

---

This is the **published version** of the article:

González Rodríguez, Kevin; Marturia, Jordi; Szczurban, Wladimir. Creació d'un visor web per la visualització de dades d'interferometria de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. 2018. 54 p.

---

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/199310>

under the terms of the  license

# Creació d'un visor web per la visualització de dades d'interferometria de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

---

**Projecte final de Màster en Geoinformació**  
**Kevin González Rodríguez**

Departament de Geografia  
Universitat Autònoma de Barcelona  
Director: Jordi Marturia  
Tutor: Wladimir Szczerban  
Entitat col·laboradora: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya  
Juliol 2018



## RESUM

El propòsit d'aquest projecte és la creació d'un visor web per a la visualització de dades d'interferometria, amb les quals es poden mesurar moviments del terreny, per a l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Aquest treball ha estat possible gràcies al conveni de pràctiques entre l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya i el Màster en Geoinformació de la Universitat Autònoma de Barcelona.

El projecte neix de la necessitat de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya en tenir una eina interna, que permeti la visualització de totes aquelles dades d'interferometria que té en la base de dades, aquest visor servirà com a magatzem de dades agrupades per capes i anys.

Es dissenya i implementa un visor intuïtiu, gràcies a les llibreries de Mapbx i Semantic UI, a partir de desplegable de mapes i capes dividides per anys. Es crea tot el conjunt de MBTiles corresponents a cada una de les capes i es programen totes les connexions per a la correcta visualització del visor.

## RESUMEN

El propósito de este proyecto es la creación de un visor para la visualización de datos de interferometría, con los cuales se pueden medir movimientos del terreno, para el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Este trabajo ha sido gracias al convenio de prácticas entre el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya y el Màster en Geoinformació de la Universitat Autònoma de Barcelona.

El proyecto nace de la necesidad del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya en tener una herramienta interna, que permita la visualización de todos aquellos datos de interferometría que tienen en la base de datos, este visor servirá como almacén de datos agrupados en capas y años.

Se diseña e implementa un visor intuitivo, gracias a las librerías de Mapbox y Semantic UI, a partir de desplegable de mapas y capas divididas por años. También se crea todo el conjunto de MBTiles correspondientes a cada una de las capas y se programan todas las conexiones para la correcta visualización del visor.

## ABSTRACT

The purpose of this project is the creation of a interface for the display of interferometry data, which to measure ground movements, for the Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. All the work done it has been possible thanks to the agreement between the Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya and the Màster of Geoinformació from the Universitat Autònoma de Barcelona.

This project was born from a specific need of the Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya to have an internal tool to display all the interferometry data from the database, and also to serve as a data store grouped in layers and years.

An intuitive interface has been carefully designed and implemented based on drop-down maps and layers by years, from the Mapbox and Semantic UI libraries. In addition, it has been created all the MBTiles according to each layer and all the links has been programed to display the interface.

# ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ .....	pàg.1
1.1 Projecte .....	pàg.1
1.2 Antecedents .....	pàg.2
1.3 Marc institucional .....	pàg.3
2. OBJECTIUS .....	pàg.3
2.1 Objectius generals .....	pàg.3
2.2 Objectius específics .....	pàg.3
3. ANÀLISI DE REQUERIMENTS .....	pàg.4
3.1 Propòsit .....	pàg.4
3.2 Situació i necessitats actuals .....	pàg.4
3.3 Requeriments de l'usuari .....	pàg.4
3.4 Requeriments del sistema .....	pàg.5
3.5 Requeriments tècnics .....	pàg.6
3.6 Casos d'ús .....	pàg.8
4. METODOLOGIA .....	pàg.15
4.1 Definició .....	pàg.16
4.1.1 Documentació .....	pàg.16
4.1.2 Disseny .....	pàg.16
4.2 Implementació .....	pàg.16
4.2.1 Creació de la interfície .....	pàg.16
○ Controls bàsics .....	pàg.17
○ Desplegables (Tipus de mapa base i Capes) .....	pàg.17
○ Llegenda .....	pàg.18
○ PopUp .....	pàg.18
○ Geolocalitzador .....	pàg.18
4.2.2 Creació conjunt de MBTiles .....	pàg.19
4.2.3 Connexió MBTiles amb el visor .....	pàg.21
○ Servidor .....	pàg.22
○ Implementació en el codi del visor .....	pàg.23
4.3 Revisió .....	pàg.24
4.4 Dades .....	pàg.24
4.4.1 Dades inicials .....	pàg. 24
4.4.2 Dades del visor final .....	pàg.24
4.5 Altres mètodes .....	pàg. 26

5. RESULTATS .....	pàg.27
5.1 Controls de zoom i Nord .....	pàg.28
5.2 Escala gràfica .....	pàg.28
5.3 Desplegable de tipus de mapa base .....	pàg.29
5.4 Desplegable de capes .....	pàg.31
5.5 Geolocalitzador .....	pàg.32
5.6 Botó Llegenda .....	pàg.33
5.7 PopUp .....	pàg.34
5.8 Panell Mapa .....	pàg.35
6. CONCLUSIONS .....	pàg.37
7. AGRAÏMENTS .....	pàg.38
8. BIBLIOGRAFIA .....	pàg.39
9. WEBGRAFIA .....	pàg.39
10. ANNEX .....	pàg.40

# 1. INTRODUCCIÓ

## 1.1 Projecte

El present escrit es presenta com a resultat de la realització del Projecte Final de Màster en Geoinformació en la seva primera edició, en el curs acadèmic del any 2017 al 2018. Aquest màster està organitzat pel Departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Les pràctiques i el Projecte Final de Màster han estat realitzades gràcies a l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), essent aquet qui ha plantejat el projecte i on s'ha dut a terme.

La proposta sorgeix de la necessitat que té el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya en tenir una eina on es puguin visualitzar el conjunt de dades PSI.

PSI (Persistent Scatterer Interferometry) és una tècnica de teledetecció que, mitjançant imatges radar SAR (Synthetic Aperture Radar), permet obtenir mesures del moviment de la superfície del terreny.

Els sistemes SAR poden ser embarcats en satèl·lits, avions o en plataformes terrestres. La longitud d'ona utilitzada i el tipus de plataforma determinen la sensibilitat al moviment i la resolució espacial de les mesures.

El producte final és una taula de punts de mesura, típicament en format Shapefile (SHP), amb un identificador del punt, informació sobre la qualitat de la mesura i la sèrie temporal del moviment.

Els sistemes SAR mesuren el canvi de distància entre el sensor (per exemple el satèl·lit) i el terreny. D'aquesta manera, el moviment detectat (canvi de distància) és la projecció del moviment real sobre la línia que connecta el punt mesurat i el sensor radar. Aquesta geometria de mesura s'anomena LOS (Line Of Sight) i s'ha de tenir en consideració quan es treballa amb dades PSI.

Destacar que els punts de mesura amb tècniques PSI es localitzen en zones on les característiques superficials no canvien durant el període de monitorització. És a dir, si un píxel pateix variacions en el seu tipus de coberta (la vegetació densa creix, es produeixen excavacions, es construeixen infraestructures...), la qualitat de mesura (coherència interferomètrica) baixa i el píxel no es pot mesurar. És per això que la distribució de punts no es homogenia a tot el territori. Punts que presenten coherència alta solen ser les zones urbanes, rocoses, etc.

Utilitzant diferents geometries d'adquisició, òrbites ascendent i descendent del satèl·lit, es pot transformar la direcció LOS de mesura en les components vertical i horitzontal de moviment, que es poden comparar i validar amb altres tècniques, com ara el GPS o l'anivellació topogràfica. (PCOT, Marturia. J, 2017)

## **1.2 Antecedents**

El Màster en Geoinformació està organitzat conjuntament pel Departament de Geografia de la UAB i l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. El Màster en Geoinformació parteix de l'experiència prèvia desenvolupada a través del Màster en Tecnologies de la Informació Geogràfica (MTIG), títol propi de la UAB des del curs 1996-97 fins al 2015-16, del qual s'han realitzat 19 edicions.

Pel que fa al projecte, el Màster en Geoinformació i l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya han col·laborat en moltes ocasions per a la realització de treballs de final de màster, però en cap d'aquests projectes s'ha creat un visor que parteixi de dades d'interferometria.

## **1.3 Marc institucional**

Les pràctiques i el desenvolupament del projecte s'han dut a terme a les instal·lacions de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya situat a Montjuïc, més concretament en l'antic pavelló de la caixa de pensions.

El 1 de febrer del 2014 entra en funcionament l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, implicant, automàticament, la dissolució de l'Institut Cartogràfic de Catalunya i l'Institut Geològic de Catalunya així com l'assumpció de les seves competències, creats en el 1915 i 1916 respectivament.

Les funcions del *ICGC* estan relacionades amb les competències sobre geodèsia i la cartografia i sobre la infraestructura de dades espacials de Catalunya. També amb les d'impulsar i dur a terme les actuacions relatives al coneixement, la prospecció i la informació sobre el sòl i el subsòl, en els termes establerts per la *Llei 16/2005, de 27 de desembre*, de la informació geogràfica i de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, i per la *Llei 19/2005, de 27 de desembre*, de l'Institut Geològic de Catalunya.

El projecte es va dur a terme gràcies als departaments de Sistemes, on es va elaborar tot el visor, i el departament de riscos geològics, el qual ha proporcionat totes les dades, ja sigui en forma de capa (shapefile) o en forma de csv.

## 2. OBJECTIUS

### 2.1 Objectius generals

- Crear un visor web, per a la visualització de totes les dades generades en el projecte 000419-0001 que correspon a l'Anàlisi de processos de subsidència (DInSAR).
- Generar el conjunt de MBTiles per a cada capa que el ICGC proporciona.
- Programar el contingut del visor per a la correcta connexió entre els MBTiles generats i la visualització en el visor.
- Programar el conjunt d'eines que facin el visor complet i intuïtiu.

### 2.2 Objectius específics

- Mostrar diferents cartografies de base.
- Mostrar el conjunt de capes segons el tipus de mesura.
- Simbolitzar la informació amb una escala de colors.
- Crear els botons per la organització de la cartografia base i capes.
- Crear el botó per a la Llegenda i esquema interactiu.
- Crear el popup amb la velocitat del punt en concret.
- Crear el buscador amb el geolocalitzador del l'Institut Geològic de Catalunya.
- Crear els MBTiles necessaris per a cada una de les capes.
- Connectar el visor amb els MBTiles corresponents.

## 3. ANÀLISI DE REQUERIMENTS

### 3.1 Propòsit

El present document té com a propòsit definir les especificacions funcionals, no funcionals y del sistema per a la implementació d'un visor web que permetrà visualitzar totes les dades generades en el projecte 000419-0001 que correspon; Anàlisi de processos de subsidència (DInSAR).

### 3.2 Situació i necessitats actuals

Actualment l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) compta amb molts visors i programes web, com el Vissir, que permet veure i descarregar les diferents cartografies de Catalunya o Instamaps, que permet crear els teus propis mapes.

Però necessitaven un visor que els hi permetés emmagatzemar totes les dades extretes del projecte DInSAR i a l'hora poder-les observar sobre un mapa. Ja que per ara, l'única forma d'observar aquestes dades és a partir de la base de dades en Postgis i la creació de mapes (shapefile) visualitzats en programes d'informació geogràfica com el Qgis

### 3.3 Requeriments de l'usuari

Els requeriments es comencen a precisar en la primera reunió que es fa el dia 6 d'abril a l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Es declaren de forma concisa i completa, sense ambigüitat, i que siguin assolibles amb els medis i el temps disponible (2 mesos).

S'han definit 5 requeriments d'usuari:

1. El visor ha de permetre la visualització de tots aquells anys dels quals es tenen dades.
2. Dintre dels diferents anys, el visor ha de permetre seleccionar les diferents capes segons el mètode d'obtenció d'aquestes.
3. El visor ha de permetre canviar de mapa base.
4. El visor ha de permetre interactuar amb les funcionalitats bàsiques
  - Poder fer zoom.
  - Moure's per el mapa.
  - PopUp sobre els punts.
  - Visualitzar la llegenda de la capa.
  - Un geolocalitzador.
  - Poder observar l'escala de la vista.
5. El visor ha de quedar preparat per a la successiva adició de capes en el futur.



### 3.4 Requeriments del sistema

Els requeriments del sistema es poden entendre com l'aprofundiment en els requeriments de l'usuari. Mostren la seqüència de condicions que s'han de produir per a cada requeriment.

- Requeriment d'usuari 1:

El visor ha de permetre la visualització de tots aquells anys dels quals es tenen dades.

Requeriments del sistema:

- a. A l'usuari se li proporcionarà una "dropdown" (desplegable) amb la informació de tots els anys dels quals es tingui dades.
- b. Quan l'usuari es col·loca sobre un any, se li desplegarà un altre "dropdown" amb totes les capes disponibles.

- Requeriment d'usuari 2:

Dintre dels diferents anys, el visor ha de permetre poder seleccionar les diferents capes segons el mètode d'obtenció d'aquestes.

Requeriments del sistema:

- a. A l'usuari se li proporcionarà una "dropdown" (desplegable) amb la informació de les capes disponibles per aquell any.
- b. Cada capa estarà associada a un MBTiles.
- c. Cada possible capa que s'observi en el desplegable ha de ser seleccionable.
- d. Al seleccionar una casella, es mostrarà aquella capa vinculada a un MBTiles determinat.
- e. Al canviar de capa, la capa anterior desapareixerà.

- Requeriment d'usuari 3:

El visor ha de permetre poder canviar de mapa base.

Requeriments del sistema:

- a. A l'usuari se li proporcionarà una "dropdown" (desplegable) amb la informació dels diferents mapes base.
- b. Cada opció visible en el desplegable representarà un tipus de mapa base.
- c. Cada possible mapa base que s'observi en el desplegable, ha de ser seleccionable.
- d. Al seleccionar una casella es mostrarà aquell mapa.
- e. Al canviar de mapa, el mapa anterior desapareixerà.
- f. Per sobre del mapa base que l'usuari esculli, sempre s'observarà la capa seleccionada.

- Requeriment d'usuari 4:

El visor ha de permetre interactuar amb les funcionalitats bàsiques.

Requeriments del sistema.

- a. A l'usuari se li donaran les eines per a que pugui escollir el tipus de funcionalitat.
- b. Cada funcionalitat tindrà associada una acció.
- c. Cada funcionalitat es presentarà a la pantalla en forma d'icona, un text, o un botó.
- d. Es dóna lliure elecció a l'usuari per a seleccionar una o altra funcionalitat.
- e. Quan l'usuari selecciona una funcionalitat, l'efecte es aplicar aquella acció associada.

- Requeriment d'usuari 5:

El visor ha de quedar preparat per a la successiva addició de capes en el futur.

Requeriments del sistema:

- a. El tècnic encarregat del manteniment haurà de familiaritzar-se amb l'estructura del visor.
- b. L'estructura del visor ha de ser lo més senzilla i intuïtiva possible.
- c. El tècnic ha de poder incloure nous MBTiles de forma recurrent.
- d. El tècnic ha de poder incorporar nous esquemes en la llegenda per a cada capa nova.
- e. Tota la informació dels MBTiles i de les llegendes ha d'estar estructurada de forma homogènia.

### 3.5 Requeriments tècnics

En els requeriments tècnics s'estableixen les condicions informàtiques necessàries per dur a terme el projecte.

Per començar, s'ha de disposar d'ordinadors, en aquest cas amb sistema operatiu Windows 7, amb totes les funcionalitats típiques d'aquest.

Seguidament, és necessari comptar amb un navegador, en aquest cas s'ha treballat amb Google Chrome, per la seva rapidesa.

El disseny de tot el visor ha estat gràcies a la llibreria de Mapbox. Aquesta és una plataforma *open source* per al disseny de mapes, concretament es va utilitzar la versió 0.45 de Mapbox. Una altra part del disseny, com la dels botons o del geolocalitzador, s'ha fet gràcies a la llibreria Semantic UI, concretament amb la versió 2.3.1.

Abans de crear els MBTiles de cada capa, mitjançant la consola del Qgis (OGR), es fa una reducció de les columnes necessàries, per a que després tot sigui més ràpid i no carregui dades que no es necessitaran.

Per a crear els corresponents MBTiles de cada capa, també es va utilitzar el Mapbox, aquesta vegada més concretament Mapbox Studio, que és la part de Mapbox que permet crear MBTiles.

Un cop creat els MBTiles, el següent pas és crear un estil mitjançant Maputnik. Aquest programa *open source*, és un visor i editor d'estil per a mapes, en aquest projecte l'estil dels punts venia donada per una llegenda que el ICGC va facilitar.

El següent pas és integrar tant les funcionalitats com els "sources" dels MBTiles de cada una de les capes en el "index.html". Per a la correcta visualització dels MBTiles, ha estat necessari un servidor, en aquest projecte s'ha utilitzat el Tileserv. Aquest servidor permet servir els vector tiles en http, per tal de connectar el visor amb les capes de punts.

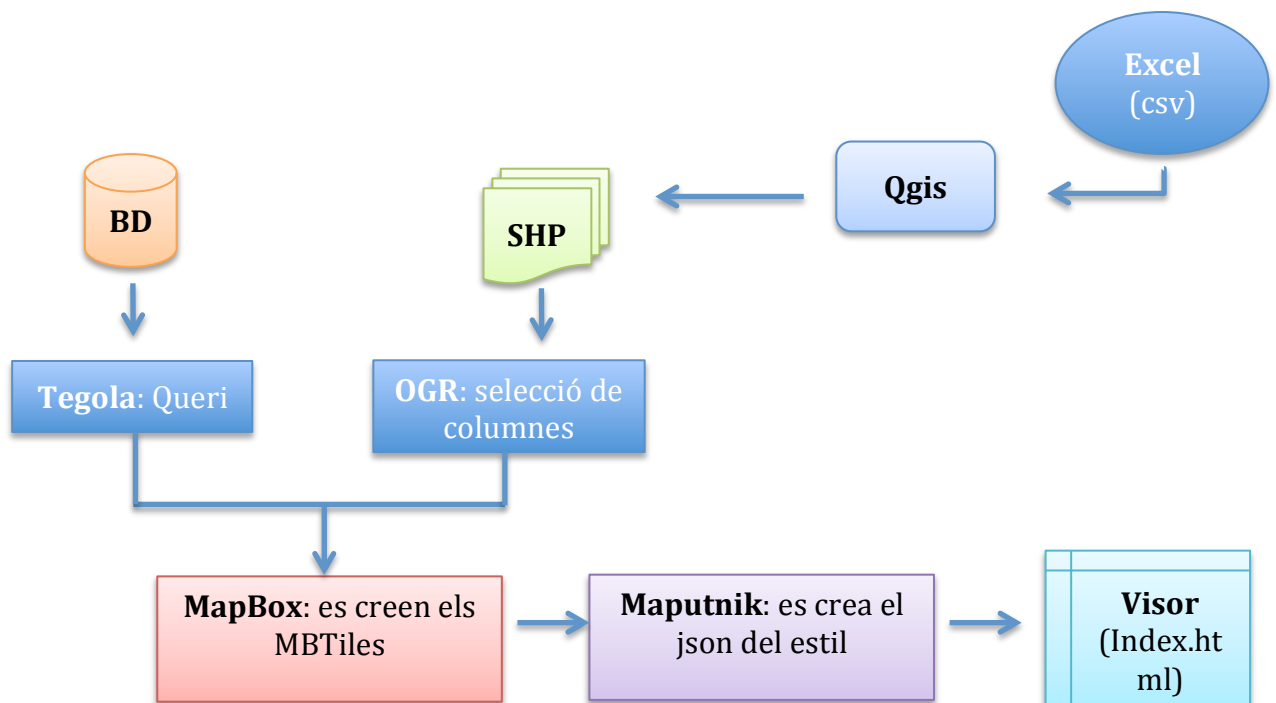
Per a la creació de capes no existents, es va utilitzar el Qgis, a partir de documents csv (Excel).

L'editor de text utilitzat per a crear el codi HTML va ser Visual Studio Code.

Per altra banda, també es va provar l'opció de no crear MBTiles, i servir les dades directament des de la base de dades.

En aquesta part es va utilitzar el Postgis SQL, editor de base de dades, amb el qual es van poder crear noves vistes amb la informació necessària.

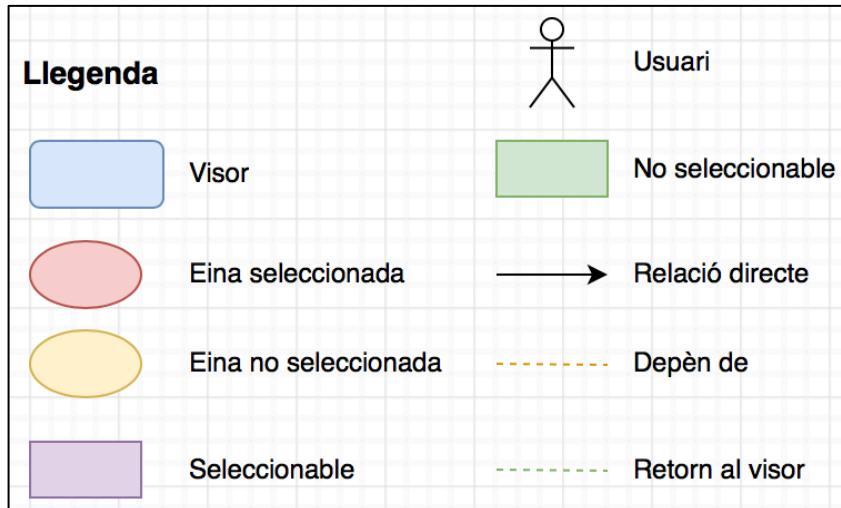
Per acabar i enllaçar la base de dades amb el visor (html), es va utilitzar el Tegola. Aquest és un servidor que mitjançant un document (config.toml), on es descriuen els apartats necessaris per detectar i entrar a la base de dades (nom de la base de dades, contrasenya, etc), juntament amb la "queri" que havia de fer per extreure les dades.



**Figura 1.** Esquema explicatiu dels processos i programes utilitzats.

### 3.6 Casos d'ús

S'ha de definir quins són els casos d'ús, suposant que l'usuari accedeix sense problemes a l'aplicació des d'internet i que el servidor respon a les seves peticions. S'ha cregut oportú, en aquest treball, definir 5 casos d'ús per tal d'entendre millor el funcionament del visor.



**Figura 2.** Llegenda utilitzada en els casos d'ús.

#### CAS D'ÚS 1, EINES BÀSIQUES: Ampliació del mapa (zoom).

**Sumari:** L'usuari vol ampliar gràficament una zona del mapa. Per fer-ho fa clic en el botó de zoom (+) situat a la dreta del visor, o amb la rodeta del botó. El procés acaba quan el visor amplia la zona corresponent.

**Descripció:** Un usuari que està utilitzant l'aplicació on hi pot haver un mapa visible de punts o no, però sempre una cartografia base, decideix realitzar una ampliació visual d'una zona del mapa, en la que està interessat. L'usuari fa clic sobre el botó de zoom (+) o amb la rodeta del ratolí. Automàticament el visor executa l'ampliació del mapa, aplicant el zoom segons la quantitat de clics o voltes a la rodeta que hagi fet l'usuari. Finalment el visor resta a l'espera fins que l'usuari decideix fer una altra acció.

**Objectiu:** Realitzar una ampliació gràfica del mapa.

**Actor:** Qualsevol usuari que estigui fent servir el visor.

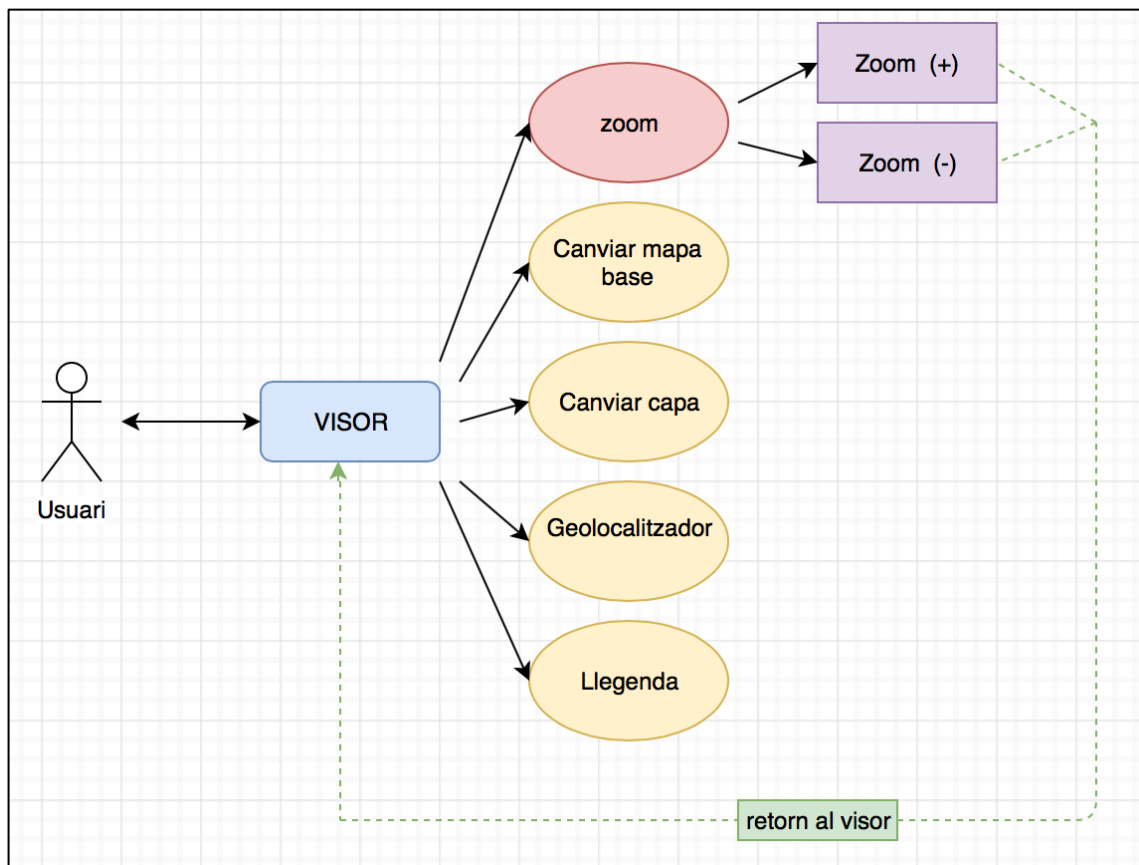
**Flux principal:**

1- L'usuari decideix fer una ampliació d'una zona del mapa

2- L'usuari fa clic en el botó de zoom (+) o dóna voltes a la rodeta del ratolí

3- El visor amplia el mapa i reajusta l'escala segons els clics o les voltes a la rodeta del ratolí

**Diagrama:**



CAS D'ÚS 2, CANVIAR DE CAPA: Seleccionar una capa del desplegable.

**Sumari:** L'usuari vol fer un canvi de capa. Per fer-ho col·loca el cursor sobre el desplegable de "capes" i selecciona l'any que li interessa, dins de les 6 capes disponibles.

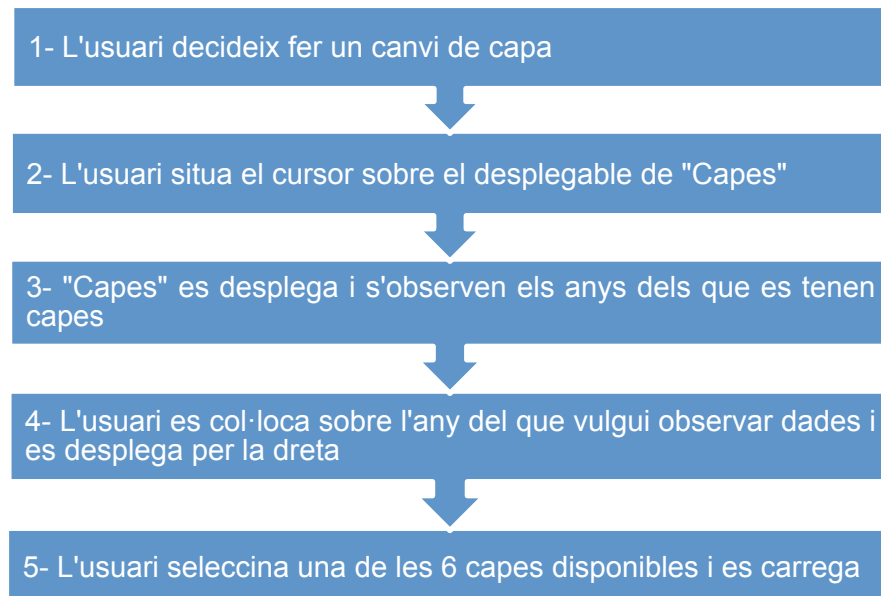
**Descripció:** Un usuari que està utilitzant el visor vol fer un canvi de capa. Primer de tot l'usuari s'ha de dirigir amb el cursor al desplegable de "Capes" i un cop sobre d'aquest, es desplegarà una llista dels anys dels quals hi ha capes que es puguin representar. Quan tingui el cursor sobre l'any escollit, es desplegarà per la dreta un

altre llistat de les sis capes disponibles. L'usuari ha de clicar sobre la capa que li interressi observar. La capa es carregarà pintant els punts segons la llegenda i finalment el visor es quedarà a l'espera fins que l'usuari decideixi fer una altra acció.

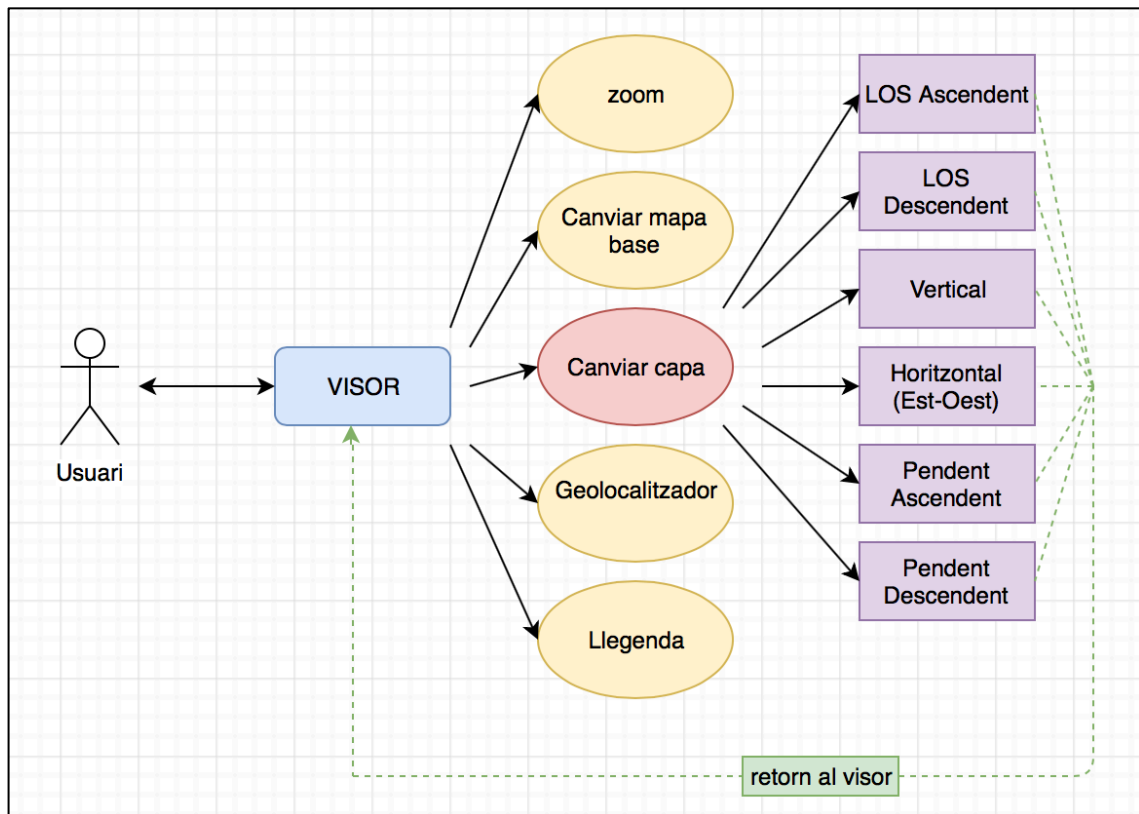
**Objectiu:** Fer un canvi de capa.

**Actor:** Qualsevol usuari que estigui fent servir el visor.

**Flux principal:**



**Diagrama:**



**CAS D'ÚS 3, CANVIAR DE MAPA:** Seleccionar un mapa base del desplegable.

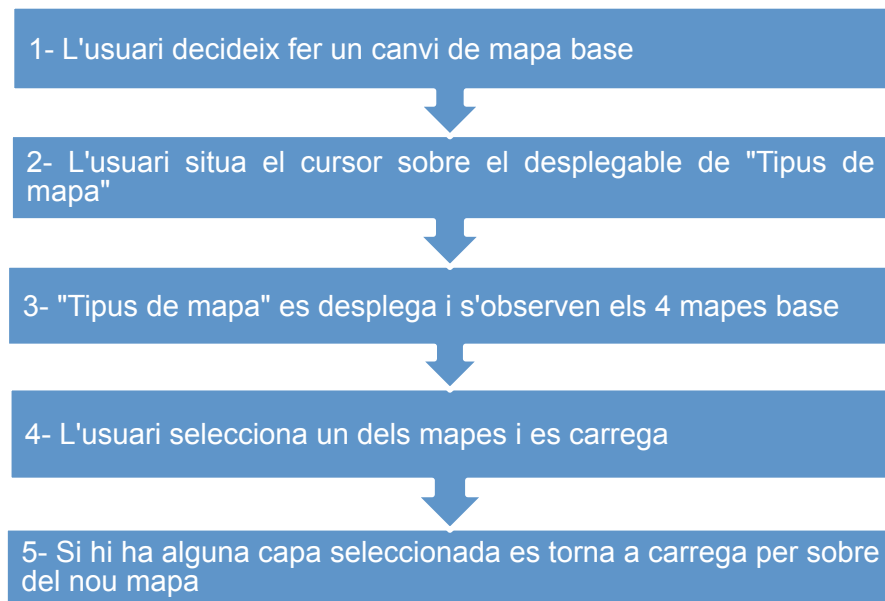
**Sumari:** L'usuari vol fer un canvi de mapa base, per fer-ho col·loca el cursor sobre el desplegable de "Tipus de mapa", i selecciona un dels 4 mapes base disponibles.

**Descripció:** Un usuari que està utilitzant el visor vol fer un canvi de mapa base. Primer de tot l'usuari s'ha de dirigir amb el cursor al desplegable de "Tipus de mapa", un cop sobre d'aquest, es desplegarà una llista dels mapes. L'usuari selecciona el mapa base que li interessi observar. El mapa es carrega i a sobre d'aquest es pinten els punts segons la llegenda, en el cas de que hi hagués alguna capa seleccionada. Finalment el visor resta a l'espera fins que l'usuari decideixi fer una altra acció.

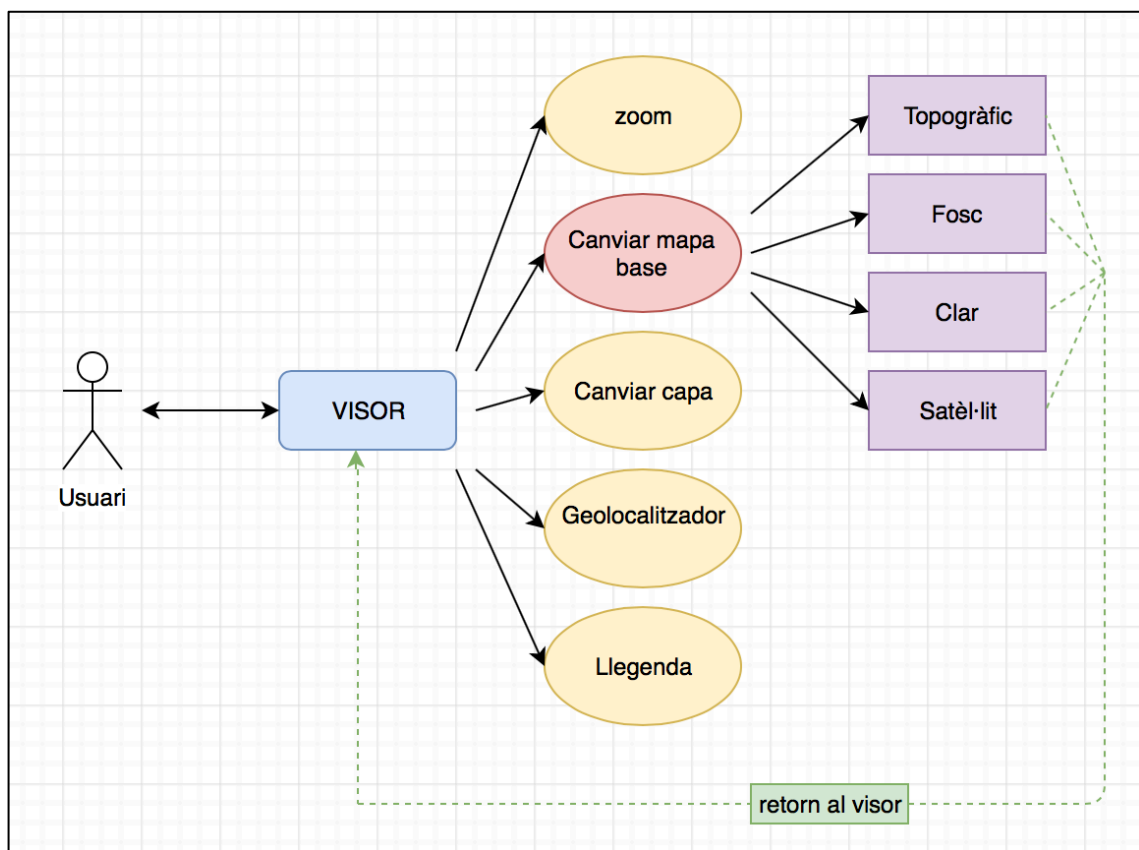
**Objectiu:** Fer un canvi de mapa base.

**Actor:** Qualsevol usuari que estigui fent servir el visor.

**Flux principal:**



**Diagrama:**



**CAS D'ÚS 4, GEOLOCALITZADOR:** Buscar una ubicació en el geolocalitzador.

**Sumari:** L'usuari vol fer una cerca en el geolocalitzador. Per fer-ho es col·loca en el requadre del cercador, escriu el topònim o localització a la que vulgui desplaçar-se, i per últim selecciona una de les opcions que es despleguen en acord a la similitud del escrit.

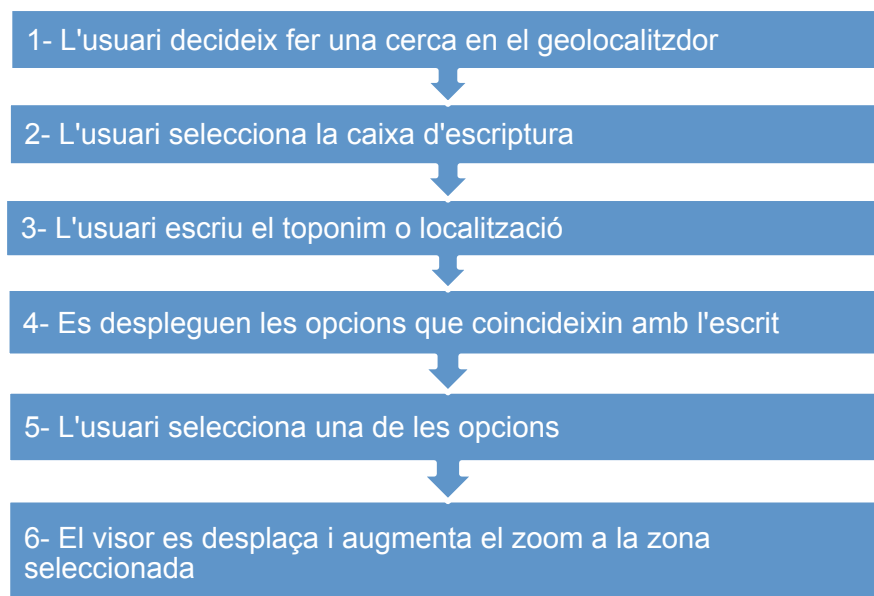


**Descripció:** Un usuari que està utilitzant el visor necessita situar-se en un lloc determinat. L'usuari es dirigeix al cercador, part superior dreta del visor, i en la caixa d'escriptura procedeix a introduir el topònim o localització a la que vol desplaçar-se. Un cop introduït tres lletres apareixen localitzacions similars a l'escrit, i quan té escrita la localització l'usuari ha de seleccionar una de les opcions desplegable. A continuació el visor es redirigeix i augmenta el zoom a la localització desitjada. Finalment el visor resta a l'espera fins que l'usuari decideixi fer una altra acció.

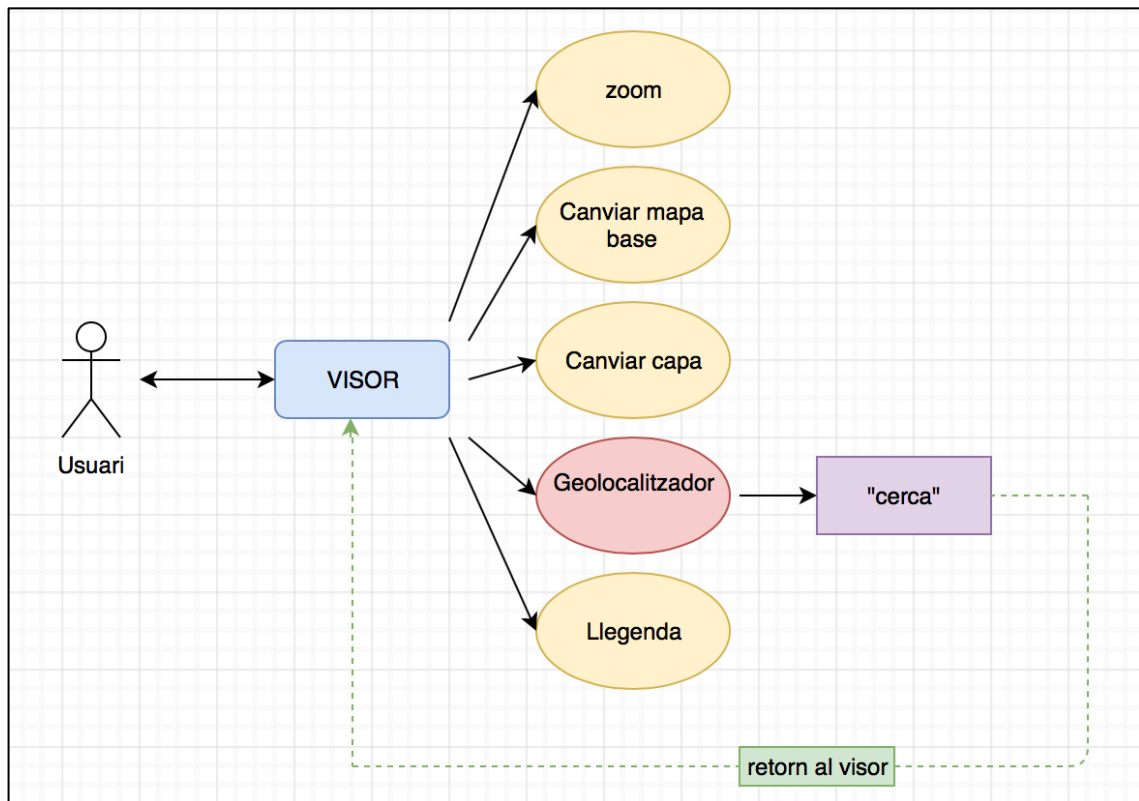
**Objectiu:** Situar-se en un lloc concret del mapa a partir del geolocalitzador.

**Actor:** Qualsevol usuari que estigui fent servir el visor.

**Flux principal:**



**Diagrama:**



#### CAS D'ÚS 5, LLEGENDA: Visualització de la llegenda a través del botó.

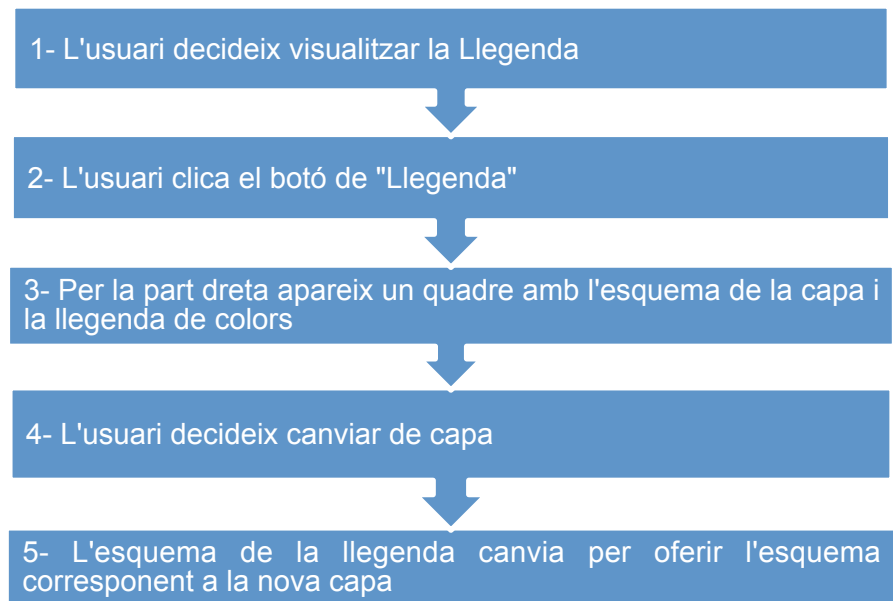
**Sumari:** L'usuari vol consultar la llegenda de la capa que està visualitzant. Per fer-ho es dirigeix amb el cursor sobre el botó de "Llegenda" situat a la part inferior dreta del visor. Al clicar el botó apareix de dreta a esquerra un esquema de la captació de les dades i la llegenda de colors de la capa que està visualitzant.

**Descripció:** Un usuari que està utilitzant el visor necessita observar la llegenda de la capa que en aquell moment està visualitzant. L'usuari es dirigeix al botó de "Llegenda" situat a la part inferior dreta. Al clicar el botó apareix per la part dreta un requadre que conté un esquema de l'obtenció de les dades de la capa visualitzada, i la llegenda de colors igual per a totes les capes. Si l'usuari decidís canviar de capa amb la llegenda desplegada, la imatge de l'esquema canviaria, representant l'esquema corresponent a la capa seleccionada. De la mateixa manera, si l'usuari desplega la llegenda sense cap capa seleccionada, no s'observaria cap esquema. Finalment el visor resta a l'espera fins que l'usuari decideixi fer una altra acció.

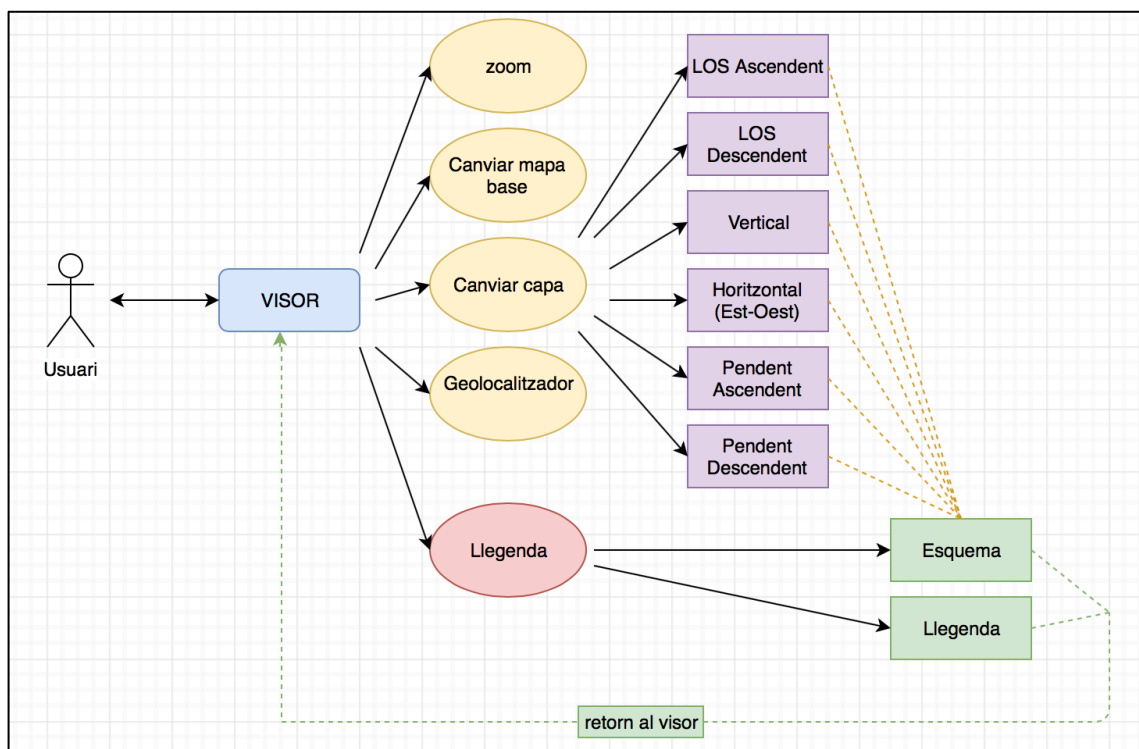
**Objectiu:** Observar la llegenda i l'esquema corresponent a la capa carregada.

**Actor:** Qualsevol usuari que estigui fent servir el visor.

**Flux principal:**



**Diagrama:**



## 4. METODOLOGIA

La metodologia del treball està dividida conceptualment en cinc apartats; definició, implementació i revisió, com a parts principals i els apartats de dades i altres mètodes, per a tenir un millor context del projecte.

## 4.1 Definició

És una etapa de documentació i planificació, on es recopila tota la informació necessària i es familiaritza amb els programes i llibreries que s'utilitzaran al llarg del projecte. Es fan reunions en aquest cas amb l'ICGC per definir les característiques del visor i es planifica l'abast d'aquest. Tot i ser una fase de definició, no és una fase tancada, ja que a vegades l'abast al final del projecte pot ser major o menor del que es pensava a l'inici. D'aquesta manera la fase de definició es pot dividir en dos subfases.

### 4.1.1 Documentació

La finalitat d'aquesta subfase és obtenir la major quantitat d'informació, ja sigui de treballs anteriors, o de treballs similars a la creació d'un visor.

És important familiaritzar-se amb la llibreria o programes, abans de començar a programar, llegint funcions o aplicacions que ens puguin interessar per el visor.

### 4.1.2 Disseny

En aquesta subfase són molt importants les reunions que es fan amb l'ICGC, ja que d'aquestes s'extreu la informació necessària per saber com ha de ser el visor: totes les funcions, quina llegenda utilitzar, com volem que apareguin els botons o conjunt de capes, etc.

## 4.2 Implementació

Una vegada definit el disseny del visor, els objectius i l'anàlisi de requeriments, s'inicia la fase d'implementació de les idees ja en un ambient purament de programació. Aquesta fase es pot dividir en tres subfases.

### 4.2.1 Creació de la interfície

Primerament es realitza la instal·lació de tot aquell *software* necessari, explicat anteriorment en el requeriments tècnics. Un cop realitzada tota la instal·lació i tenint unes nocions bàsiques de com començar el projecte gràcies a l'anterior fase de documentació, es procedeix a la realització de l'esquelet del visor amb Mapbox.

Mapbox: és una plataforma de desenvolupadors utilitzada a través de les indústries per crear aplicacions personalitzades que resolguin problemes amb mapes, dades i anàlisi espacial.

Amb la llibreria *JavaScript*, de Mapbox gl es creen els primers passos del visor que consten en crear un `index.html` amb les parts corresponents (`head`, `body`, `script`, etc.) i aplicar el **codi.1** i **codi.2** de l'annex. En aquestes parts del codi es pot observar les dues direccions de Mapbox per a poder llegir les biblioteques (`.js` i `.ccs`) i el *accessToken* que es demana per correu al mateix Mapbox.

Com es pot observar en el **codi.3** el següent pas es crear un contenidor (`<div>`) en el *body* el qual contindrà el mapa i el corresponent estil

Amb aquests tres parts de codi ja es pot observar el mapa com a base del visor (**figura.3**).



**Figura 3.** Mapa dels primers passos.

Un cop el visor conte el mapa, es programen els controls demanats.

- Controls basics

Els controls basics de tot visor són en primer lloc *zoom in* i *zoom out* com es pot observar en el **codi.4** de l'annex i l'escala gràfica situada en el marge inferior esquerra en kilòmetres (**codi.5** de l'annex)

Els altres controls que queden per aplicar en el visor es fan mitjançant al biblioteca de Semantic UI.

Semantic UI: és un *framework* per a crear el disseny d'interfícies de manera *responsive* utilitzant HTML/CSS llegible.

La creació de les funcionalitats dels controls del visor, va ser gràcies a la llibreria de jQuery. Aquesta llibreria es col·loca de la mateixa manera que les anteriors, en la part superior del codi (**codi.1** de l'annex)

jQuery: és una *framework* de Java Script que permet simplificar la manera d'interaccionar amb els documents HTML, manipular l'arbre DOM, gestionar esdeveniments, desenvolupar animacions i afegir interacció amb AJAX en pàgines web.

- Desplegables (Tipus de mapa base i Capes)

Un cop incorporades totes les llibreries es fan els dos desplegables: Tipus de mapa base i Capes.

El desplegable del "Tipus de mapa", és un *dropdown* en el qual es poden seleccionar quatre mapes; el mapa Topogràfic, el Satèl·lit, el Clar, que correspon a un mapa de Catalunya en colors grisos, i el Fosc que correspon a un mapa de Catalunya en negre. Tots aquets mapes son extrets d'una url de l'ICGC més concretament del betaportal de l'ICGC.

En el **codi.6** de l'annex es pot observar com estan relacionades aquestes capes de l'ICGC amb el desplegable.

Per altre banda el desplegable de les capes és un *dropdown* igual que l'anterior, però en aquest cas està dividit primer per anys (2016 i 2017) i dintre d'aquets hi han sis tipus de capes:










- LOS Ascendent
- LOS Descendent
- Vertical
- Horitzontal (Est-Oest)
- Pendent Ascendent
- Pendent Descendent

Aquestes sis capes corresponen a les diferents maneres d'obtenir i reproduir les dades del satèl·lit.

#### ○ Llegenda

Un altre apartat a programar segons les especificacions que va demanar l' ICGC és una llegenda. Aquesta llegenda consta d'un esquema representatiu de com s'han obtingut les dades de la capa i una llegenda de colors igual per a totes les capes. La llegenda a de ser visible quan es premi un botó a més quan canviï la capa també ha de canviar l'esquema superior, ja que cada capa té un esquema diferent. Quan s'introdueix una capa nova també s'ha d'introduir una nova imatge, guardades en una carpeta a part, aquesta imatge té com a nom el *source*, ja que com es pot veure en el **codi 7** de l'annex l'esquema canvia mitjançant el *source* de cada capa.

Com es pot observar en el **codi.12** de l'annex, correspon a la visualització dels punts, aquets punts estan definits de diferents colors a partir d'un interval de velocitat (**figura 4**) i amb un radi que augmenti a mesura que l'usuari s'apropi.

Interval de velocitat	>-15	-15/-12	-12/-9	-9/-6	-6/-3	E	3/6	6/9	9/12	12/15	>15
Color											

**Figura.4** Quadre representatiu dels colors per interval de velocitat.

#### ○ PopUp

Per a la creació del popup, com es pot observar en el **codi.10** de l'annex, és necessari la creació d'una variable, que en aquest cas es diu "description", la qual ens permet extreure el paràmetre de la velocitat (VEL) que conte el MBTiles, aquesta velocitat de cada punt és la que es representa en el popup .

A més s'incorporen un canvi de cursor quan l'usuari passi per sobre dels punts, perquè sàpiga que pot interactuar amb ells.

#### ○ Geolocalitzador

Per acabar es programa un geolocalitzador, part molt important per a l'estudi de zones amb el visor. L'ICGC va demanar que el geolocalitzador fos el buscador de topònims que ells mateixos van crear.

Com es pot observar en el **codi.8** de l'annex, es crea el geolocalitzador a partir de la *url* del betaportal on es troba el buscador de l'ICGC i s'introdueixen els paràmetres d'on extreure els resultats.

#### 4.2.2 Creació conjunt de MBTiles

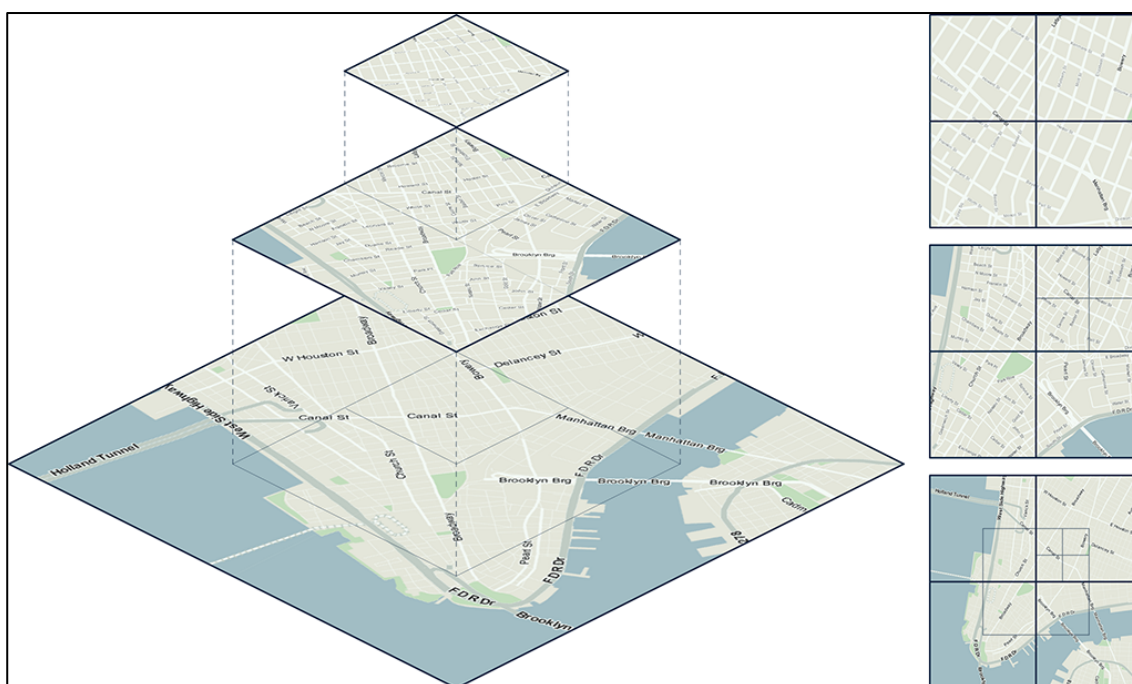
Per a crear un MBTiles és necessari una font de dades, ja sigui en forma de *shapefile*, *.kml*, *.geojson*, *.gpx*, *.csv*, *.tif*, *.vrt* o directament de la base de dades. Una altra part important per a la creació d'un MBTiles, és en el nostre cas el programa Mapbox Studio Classic. Aquest programa instal·lat en maquina virtual (localhost), permet, amb una font de dades, generar MBTiles i descarregar-los .

Mapbox Studio Classic: És una aplicació d'escriptori per al disseny de mapes. Permet crear mapes mitjançant l'ús de *vector tiles* i CartoCSS. Mapbox Studio Classic permet exportar i carregar el mapa directament al compte de Mapbox en format MBTiles i després utilitzar-lo amb les eines del desenvolupador.

MBTiles: És un format d'arxiu per a contenir conjunts d'imatges (tilesets) sota una estructura de base de dades SQLite.

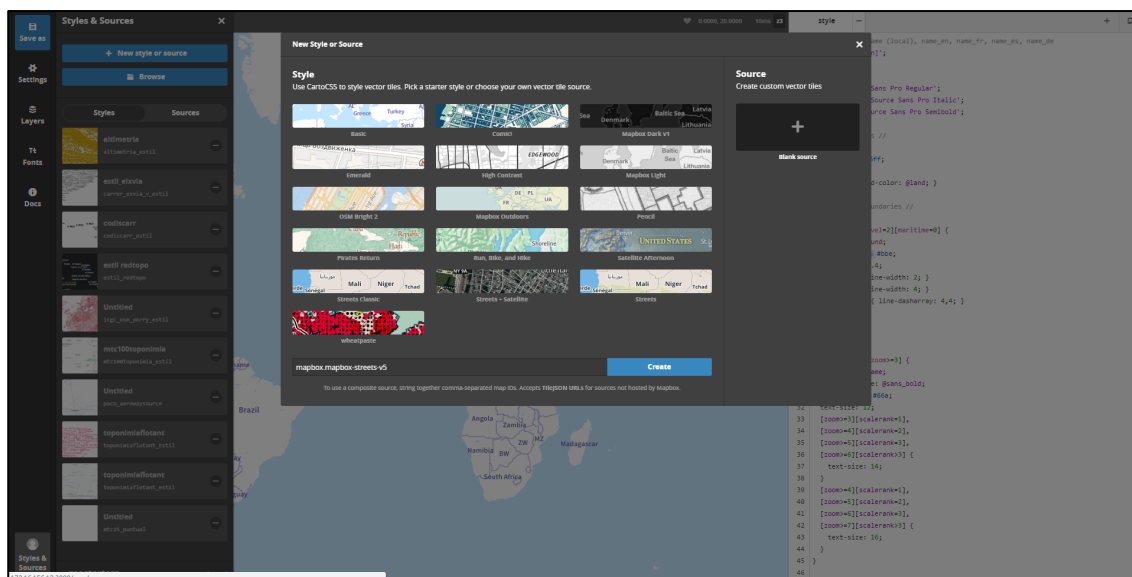
En el format MBTiles, bàsicament el que es fa és, mitjançant una estructura de taules alfanumèriques i camps BLOB (Binary Large Objects) on es guarden les imatges trossejades, guardar d'una manera molt optimitzada en la relació entre coordenades X, Y i Z les diferents posicions d'una zona que vulguem publicar. D'aquesta manera, sabent en quin zoom estem (eix Z) i les coordenades, podem extreure les imatges d'un enquadrament donades les X i Y màximes i mínimes (**figura.5**).

Una altra de les qualitats del format MBTiles és, a l'hora de crear aquests quadres d'imatges, detectar tessels idèntiques en la seva composició. Quan les troba, en lloc de guardar-les de nou, apunta de manera lògica a la primera tessella que es va crear, reduint d'una manera considerable la mida de la base de dades.



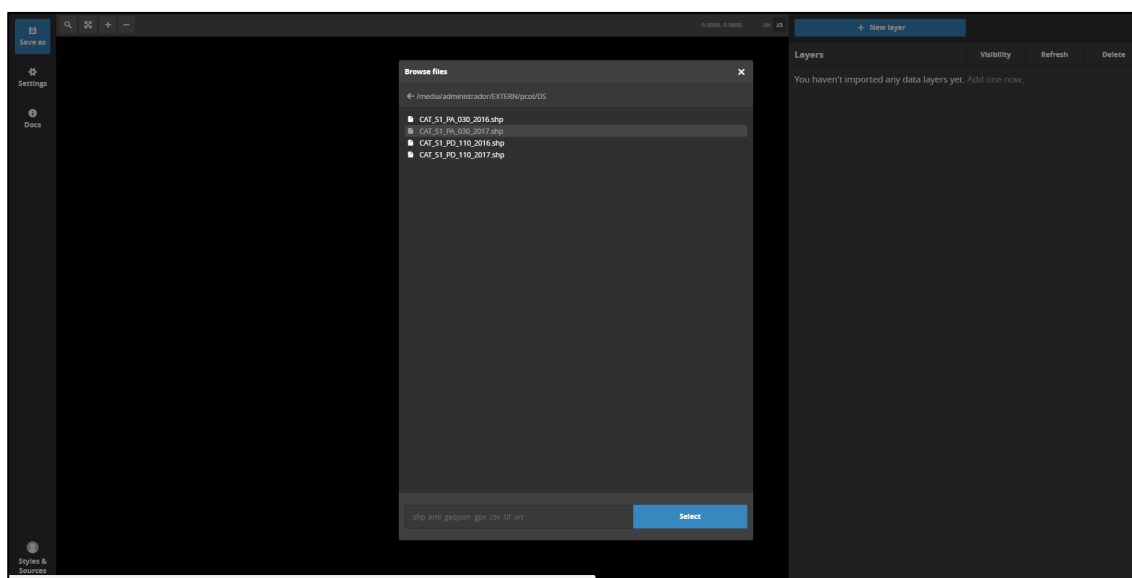
**Figura.5** imatge representativa d'un MBTiles, extreta de *avantgeo*.

Entrant a la maquina virtual en la que Mapbox Studio Classic està instal·lada, el primer pas que hem de fer és crear un nou estil o *source*, ja que al obrir el Mapbox Studio Classic en determina uns estils model com es pot observar en la **figura 6**.



**Figura.6** Primer pas, seleccionar un nou *source*.

Seguidament, el programa ens demana que inserim dades, com es pot observar en la **figura 7**. En el nostre cas s'ha optat per inserir dades en forma de *shpaefile*, però com s'ha explicat anteriorment en el Mapbox Studio Classic es poden inserir dades de tot tipus, inclús des de la base de dades.

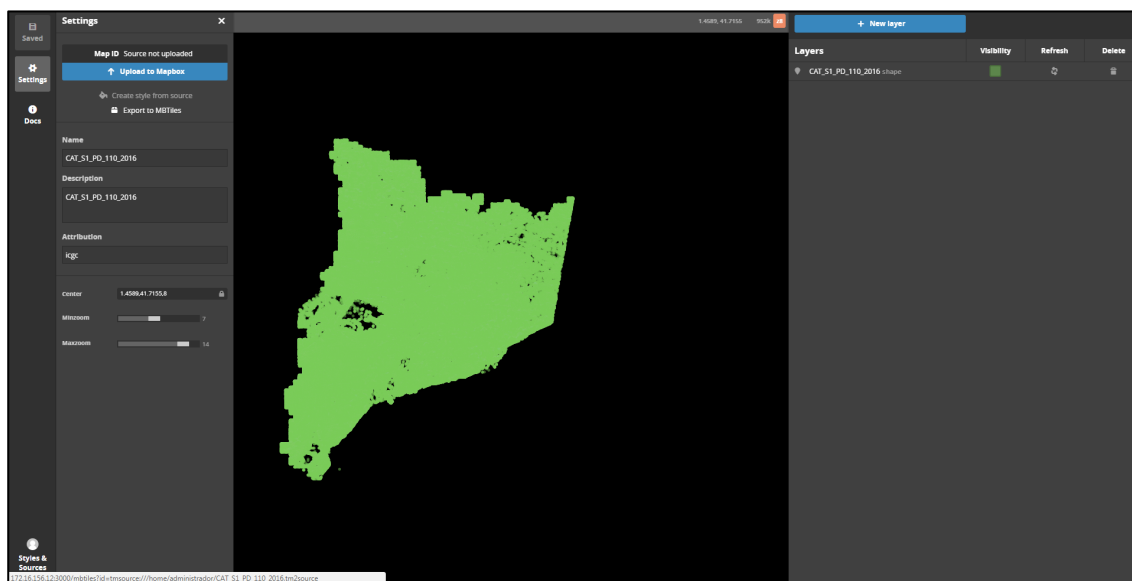


**Figura.7** Segon pas, inserir dades.

Un cop inserim les dades, el programa les llegeix i ens les mostra per visualitzar-les i poder determinar si són correctes. Si són les dades esperades, en els *Settings* se'ls hi atribueix un nom, una descripció i l'autor del MBTiles. En el nostre cas, tant en el nom com en la descripció, s'ha cregut oportú posar el nom de la capa, la qual ens indica a quina capa correspon i a quin any. Finalment, per acabar de caracteritzar el MBTiles,

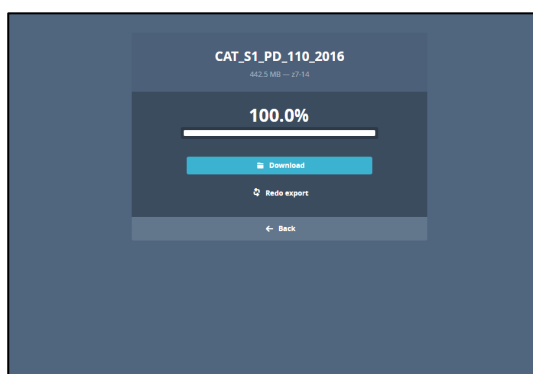


es determina el centre del mateix i els nivells de zoom màxim i mínim, que en aquest cas són 7 i 14 respectivament com s'observa en la **figura 8**.



**Figura.8** Tercer pas, característiques del MBTiles.

Quan tenim totes les característiques del MBTiles determinades, ja està llest per a la seva creació. Només cal anar a *Settings*, guardar els canvis i donar-li al botó de *export to MBTiles*. Després d'una espera més o menys llarga, ja estarà el MBTiles generat i es podrà descarregar a l'ordinador com s'observa en la **figura 9**.



**Figura.9** Quart pas, s'exporta a MBTiles i es descarrega en el ordinador.

Aquest procediment s'ha de dur a terme per cada capa que es vulgui col·locar en el visor. En aquest treball, s'ha fet un total de dotze vegades, una per cada capa del 2016 i del 2017.

Un cop es tenen tots els MBTiles creats, s'ha de fer la connexió amb el visor.

#### 4.2.3 Connexió MBTiles amb el visor

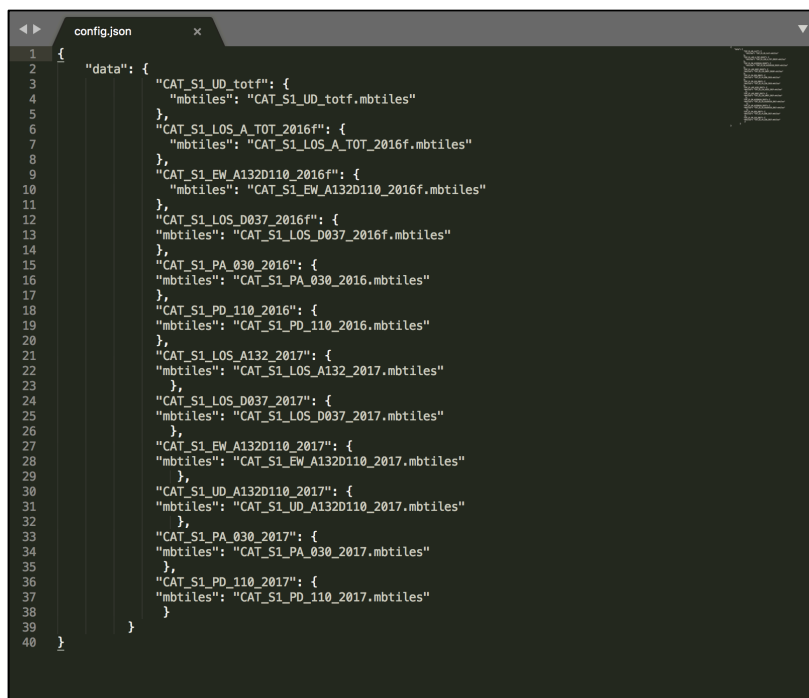
Les connexions necessàries per a la correcta visualització dels MBTiles en el visor, s'expliquen a continuació en dues parts: Servidor i codi del visor.

- Servidor

Per a fer la connexió dels MBTiles amb el visor és necessari un servidor de mapes, en aquest projecte es va decidir utilitzar TileServerGL.

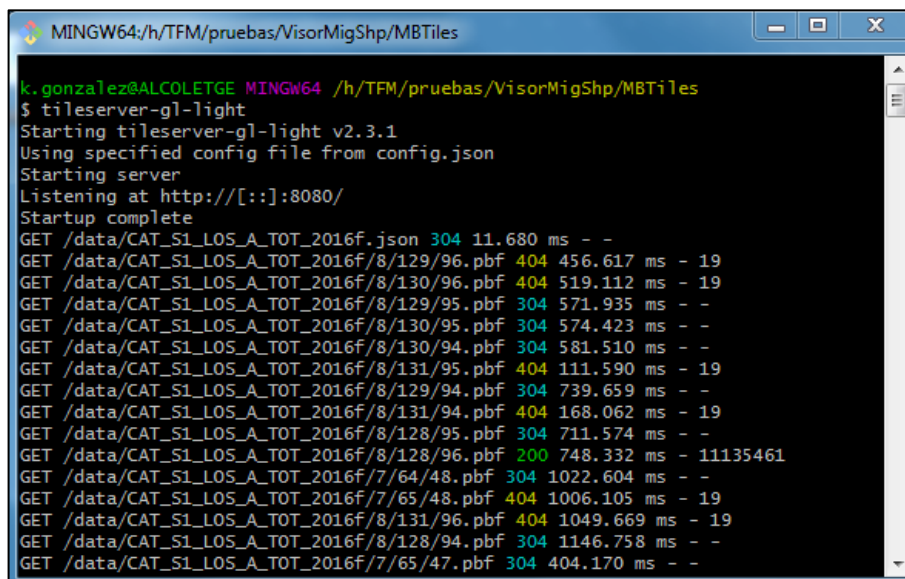
TileServerGL: és un servidor de mapes de codi obert fabricat per *vector tiles* i capaç de processar fitxers ràster amb el motor natiu MapBox GL al costat del servidor. Proporciona mapes a aplicacions web i mòbils. Compatibles amb Mapbox GL JS, Android SDK, SDK d'iOS, Leaflet, OpenLayers, HighDPI / Retina, SIG a través de WMTS, etc.

El primer pas és crear una carpeta on es trobin tots els MBTiles que es necessiten. Dins d'aquesta carpeta es crearà un arxiu *config.json*, i en aquest arxiu, com s'observa en la **figura 10**, es citen tots els MBTiles.



**Figura.10** Imatge del arxíu config.json on estan totes les capes que es volen col·locar en el visor.

El següent pas és obrir la consola en la carpeta on estan tots els MBTiles i l'arxiu *config.json*. Dins de la consola es procedeix a iniciar el [TileServerGL](#), aquest agafarà l'arxiu *config.json* al iniciar-se, i carregarà tots els MBTiles que estiguin nombrats en el seu interior. Es poden observar els MBTiles carregats a través d'un port *localhost* que la mateixa consola et proporciona.



```
MINGW64/h/TFM/pruebas/VisorMigShp/MBTiles
k.gonzalez@ALCOLETGE MINGW64 /h/TFM/pruebas/VisorMigShp/MBTiles
$ tileservr-gl-light
Starting tileservr-gl-light v2.3.1
Using specified config file from config.json
Starting server
Listening at http://[::]:8080/
Startup complete
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f.json 304 11.680 ms - -
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/8/129/96.pbf 404 456.617 ms - 19
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/8/130/96.pbf 404 519.112 ms - 19
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/8/129/95.pbf 304 571.935 ms - -
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/8/130/95.pbf 304 574.423 ms - -
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/8/130/94.pbf 304 581.510 ms - -
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/8/131/95.pbf 404 111.590 ms - 19
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/8/129/94.pbf 304 739.659 ms - -
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/8/131/94.pbf 404 168.062 ms - 19
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/8/128/95.pbf 304 711.574 ms - -
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/8/128/96.pbf 200 748.332 ms - 11135461
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/7/64/48.pbf 304 1022.604 ms - -
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/7/65/48.pbf 404 1006.105 ms - 19
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/8/131/96.pbf 404 1049.669 ms - 19
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/8/128/94.pbf 304 1146.758 ms - -
GET /data/CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f/7/65/47.pbf 304 404.170 ms - -
```

Figura.11 Imatge de la consola al iniciar el TileServerGL.

Com es pot observar en la **figura 11**, al iniciar el TileServerGL ens dóna una adreça de *localhost*. Si la introduïm en el navegador s'observen tots els MBTiles anteriorment creats. Aquesta adreça de *localhost* ens serveix per a verificar que tots els MBTiles necessaris són llegibles. Per altra banda, si cliquem sobre cada un, es pot observar el *tile.json* que s'utilitzarà per implementar-lo en el visor i així tenir la connexió del servidor i el visor (**figura 12**).

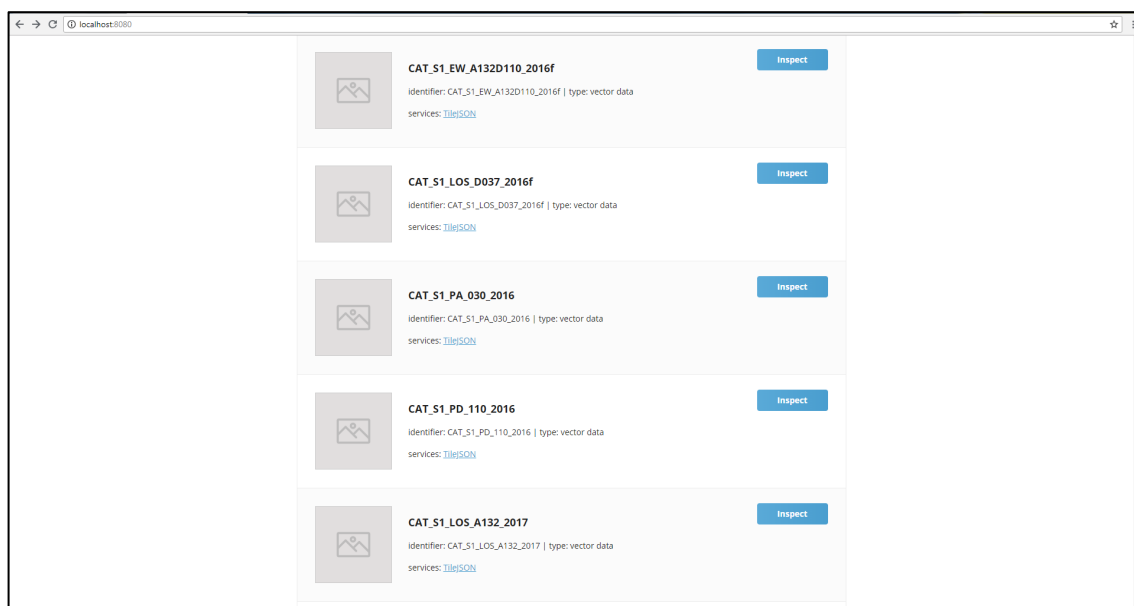


Figura.12 Imatge del *localhost* que TileServerGL proporciona.

- Implementació en el codi del visor

Tot aquest conjunt de MBTiles també ha d'estar present en el codi del visor. Com es pot observar en el **codi.11** de l'annex, es crea una variable que en aquest projecte es diu "capas". En aquesta variable s'introdueixen les característiques de la capa principal i es podran veure totes les capes mitjançant els diferents *sources*. Com s'ha mencionat anteriorment, el canvi de capa es fa mitjançant el canvi del *source*, és per això que aquest llistat apareix en el html.

Quan hem introduït tots els *sources* de les capes i hem creat el canvi de capes anteriorment explicat en el desplegable de capes (**codi.6** de l'annex), ja tenim la connexió entre els MBTiles creats i els canvis de capes observables en el visor.

### 4.3 Revisió

Després d'implementar totes les característiques demanades en les reunions prèvies, es va demanar fer una altra reunió en l'ICGC on es va posar a prova el visor i es va revisar que les funcionalitats requerides estiguessin en ordre. Tot i així, van sorgir noves propostes i necessitats que queden documentades per a noves implementacions en el futur.

### 4.4 Dades

#### 4.4.1 Dades inicials

Les dades amb les que es comptava a l'inici del projecte, eren unes vistes de la base de dades, aquestes dades representaven alguns dels punts de les capes que per aquell moment l'ICGC podia cedir, ja que la totalitat de les dades encara no les tenien processades.

Per altra banda, dades que es van utilitzar per a la creació d'un primer visor, van ser dades d'una capa *shapefile* amb un conjunt de punts no representatius, ja que no es podia determinar que els punts fossin 100% correctes. Tot i això, ens servia per tenir una primera presa de contacte i familiaritzar-nos amb la metodologia a seguir.

#### 4.4.2 Dades del visor final

Les dades que es van utilitzar per a la implementació del visor, les capes acabades i correctes, van ser les següents:

- CAT\_S1\_VD\_TOT\_2016 (Vertical 2016 )
- CAT\_S1\_LOS\_A\_TOT\_2016 (LOS Ascendent 2016)

CAT	S1	LOS	A	TOT	2016
Fa referència a la regió que representen les dades: Catalunya	Fa referència al satèl·lit d'on s'han extret les dades: Sentinel 1	Fa referència al tipus de dades extretes: LOS	Fa referència al tipus d'òrbita en aquest cas Ascendent	Fa referència a que la capa està completa	Fa referència a l'any d'obtenció de les dades

**Figura.13** Taula explicativa dels noms de les capes (shapes).

La resta de capes estan creades a partir de les dades originals, tot i que l'ICGC encara no tenia unides i depurades, ja que una capa de punts completa, està feta de diverses taules (csv).

Per a la creació de les capes de Pendent Ascendent i Pendent Descendent, que són la combinació de dos models d'obtenció de dades com el Down Slope (DS) i el Low Velociti (LV), es creen les capes *shape* amb *Qgis* mitjançant les taules .csv, com es pot observar en la **figura 14**.

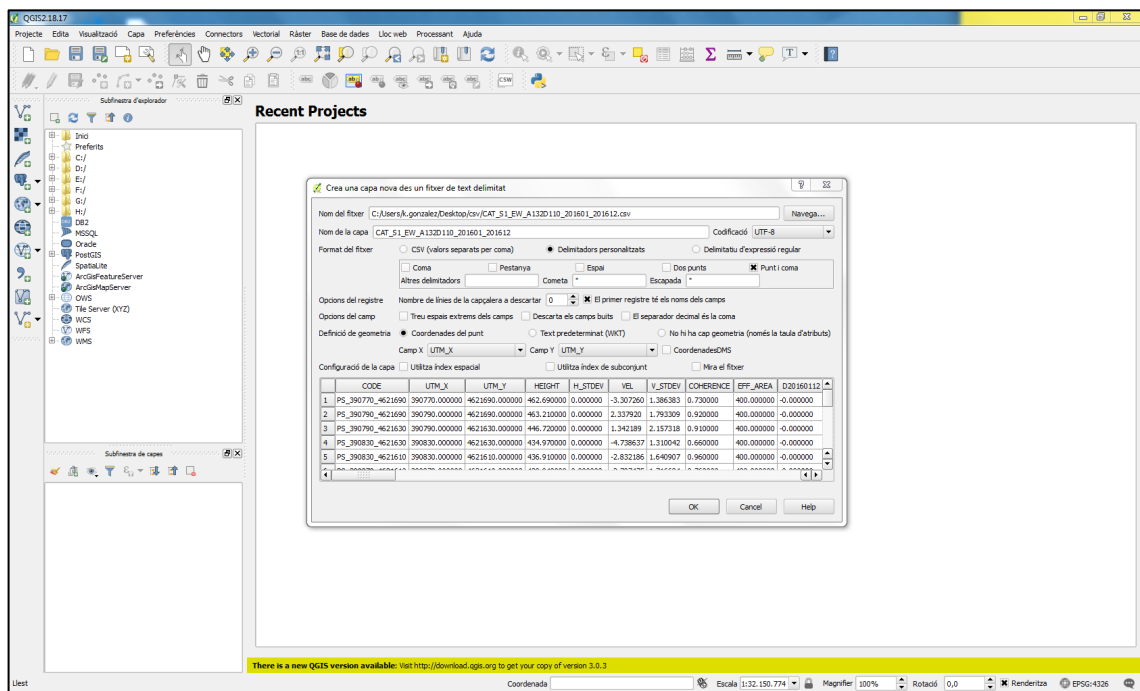


Figura.14 Imatge de la creació de la capa a partir de la taula csv.

Un cop creades les dues capes a partir de les taules, es procedeix a fer una unió d'aquestes dues capes per a la elaboració del Pendents Ascendent (**figura 15**). En el cas del Pendent Descendent, es repetirà el procediment amb les corresponents taules csv.

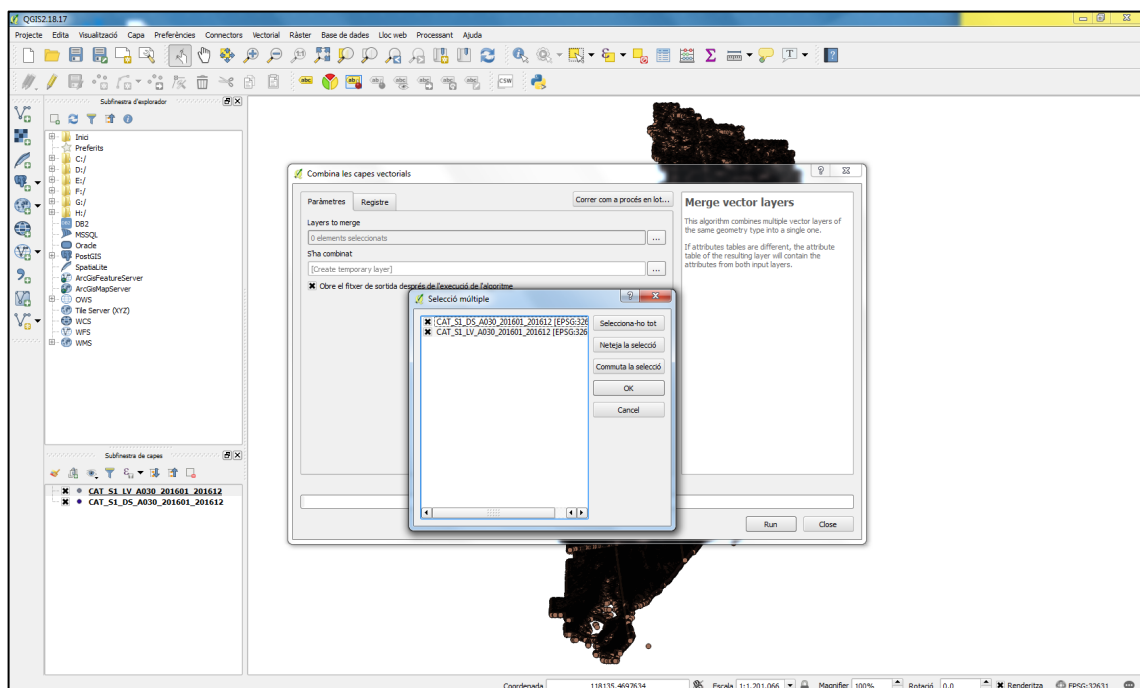


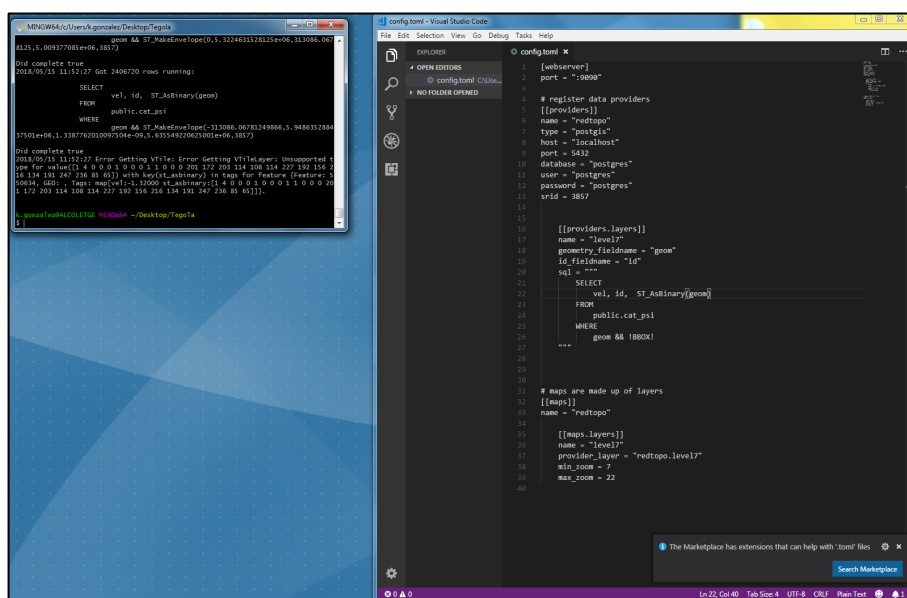
Figura.15 Imatge de la unió de les capes.

#### 4.5 Altres mètodes.

La idea principal era que les dades es carreguessin directament de la base de dades, aquest mètode es va provar mitjançant el Tegola.

Tegola: Un servidor de *vector tiles* de font oberta escrit en Go, Tegola pren dades geoespaciales i les talla en *vector tiles* que es poden lliurar de forma eficient a qualsevol client.

Com es pot observar en la **figura 16**, la utilització de Tegola consistia en crear un arxiu *config.toml*, en el qual s'especificava les dades de la base de dades; el nom, la contrasenya, el host, el port, etc. En el mateix arxiu també es creava la consulta per a extreure les dades necessàries pel visor.



**Figura.16** Imatge on es pot observar el funcionament de Tegola.

Una vegada creada la configuració de l'arxiu només calia obrir el Tegola amb la consola, i automàticament el Tegola accedia a l'arxiu *config.toml* fen la connexió amb la base de dades.

Aquest mètode no va ser l'escollit ja que tardava molt en donar les dades, perquè al moure el visor a qualsevol lloc, el servidor havia de fer constantment peticions a la base de dades enredrint la visió de les dades i l'eficiència del visor.

Es van buscar altres opcions abans de la creació dels MBTiles, veient que el Tegola no servia les dades lo suficientment ràpid, i una altra opció que es va provar va ser el T-rex.

T-rex: és un servidor de *vector tiles* directament de bases de dades PostGIS i formats vectorials GDAL.

La característica que ens va fer decantar-nos per utilitzar el T-rex, va ser la part de crear “la cache”. La creació de “la cache” permetia que totes aquelles zones ja observades quedessin guardades en una carpeta, i si es necessitava carregar aquelles dades de nou, es servien directament des de “la cache” fent el servei més ràpid.

Però no va resultar viable perquè les capes contenien molta informació i tot hi tenir “la cache” seguia tardant molt en carregar.

## 5. RESULTATS

La finalitat d'aquest apartat és exposar els resultats obtinguts amb el present projecte. Aquests resultats es mostren amb captures de pantalla, del visor, acompanyades de les explicacions necessàries, amb la finalitat d'il·lustrar la interfície i l'operativitat d'aquesta.

La interfície del visor consta de 8 parts diferenciades:

1. Controls de zoom i Nord: Situats al marge superior dret, consten de tres botons; un que ens permet fer més zoom (+), un altre que ens permet fer menys zoom (-) i l'últim permet localitzar el nord, si es mou el mapa, i retornar-lo a aquesta posició.
2. Escala gràfica: Situat a la part inferior esquerra, mostra un segment en el mapa en Sistema Mètric. Les longituds mostrades es van actualitzant segons l'escala en la que s'estigui visualitzant el mapa.
3. Desplegable de tipus de mapa base: Situat a la part superior dreta, conté un total de 4 mapes seleccionables: Topogràfic, Fosc, Clar i Satèl·lit.
4. Desplegable de capes: Situat a la part superior dreta, conté en el primer desplegable els anys dels quals es tenen capes. Quan situem el cursor sobre un dels anys, apareix un altre desplegable per la part dreta on s'observen les 6 capes seleccionables per a cada any: LOS Ascendent, LOS Descendent, Vertical, Horitzontal (Est-Oest), Pendent Ascendent i Pendent Descendent.
5. Geolocalitzador: Situat a la part superior dreta, conté una caixa d'escriptura. Al escriure un mínim de tres lletres, es despleguen les opcions que coincideixen amb l'escrit.
6. Botó de Llegenda: Situat a la part inferior dreta, al clicar, emergeix una nova secció que consta d'un esquema representatiu de la presa de dades de la capa visualitzada (si no hi ha cap capa visualitzada en el moment, no s'observa cap esquema), i la llegenda de colors igual per a totes les capes.
7. PopUp: Espai reservat per a mostrar dades; en aquest cas es mostra la velocitat del punt que es clica.
8. Penell del mapa: Espai reservat per a la vista del mapa i la capa.





**Figura 17** Imatge del visor amb les diferents parts de la interfície.

### 5.1 Controls de zoom i Nord

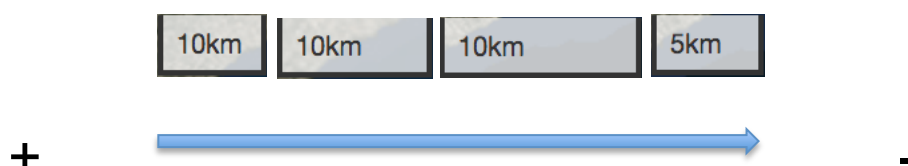
Els controls de zoom i la indicació del nord del mapa, són eines bàsiques de tot visor. Aquets permetran a l'usuari poder apropar-se o allunyar-se a qualsevol lloc en concret, i el control de mapa permetrà tornar a l'origen i saber on és el nord en tot moment, si l'usuari necessita fer un canvi d'orientació del mapa.



**Figura 18** imatge del controls de zoom i Nord.

### 5.2 Escala gràfica

L'escala gràfica és una altra de les eines bàsiques que ha de tenir tot visor. Ens permet saber a quina escala s'estan visualitzant els elements del mapa. (**figura 19**)

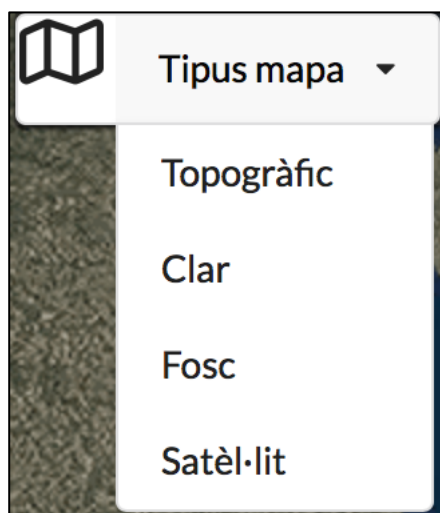


**Figura 19** imatge de l' escala gràfica.



### 5.3 Desplegable de tipus de mapa base

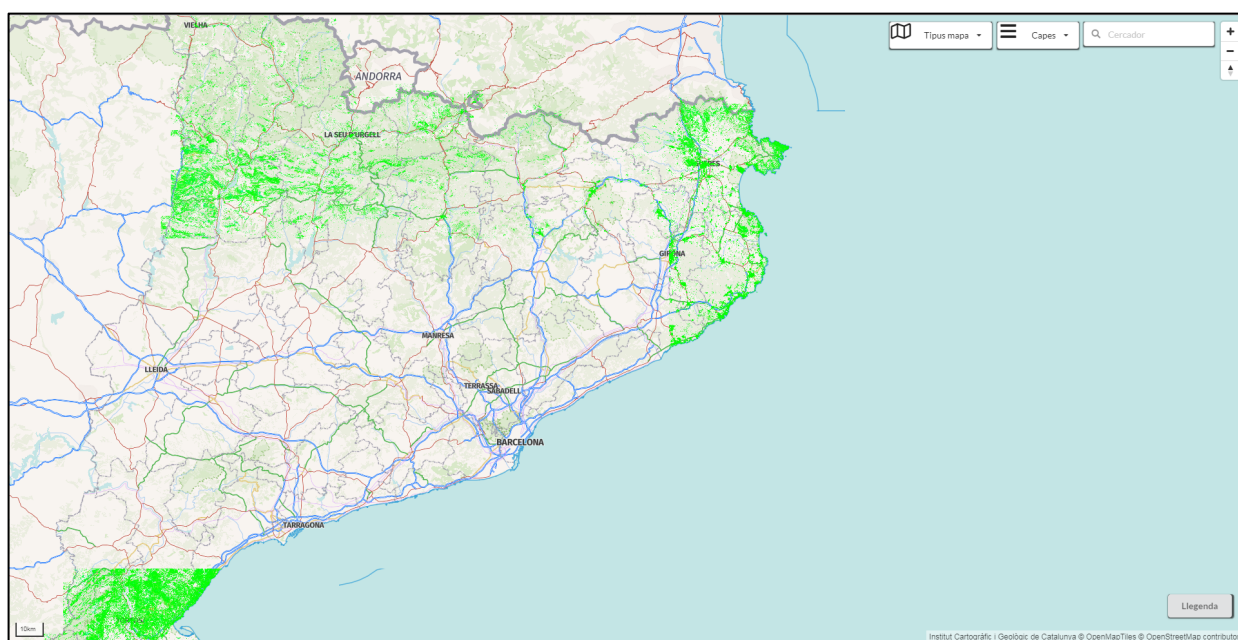
Com es pot observar en la **figura 20** el desplegable de Tipus de mapa, consta d'una imatge en la part esquerra i la part desplegable a la part dreta. Ens vam decantar per l'opció d'un desplegable ja que sembla més intuïtiu i més visual que un botó. Com s'ha explicat anteriorment, el desplegable conté quatre seleccionables: Topogràfic, Clar, Fosc i Satèl·lit.



**Figura 20** Imatge del desplegable de tipus de mapa.

#### Mapa base Topogràfic

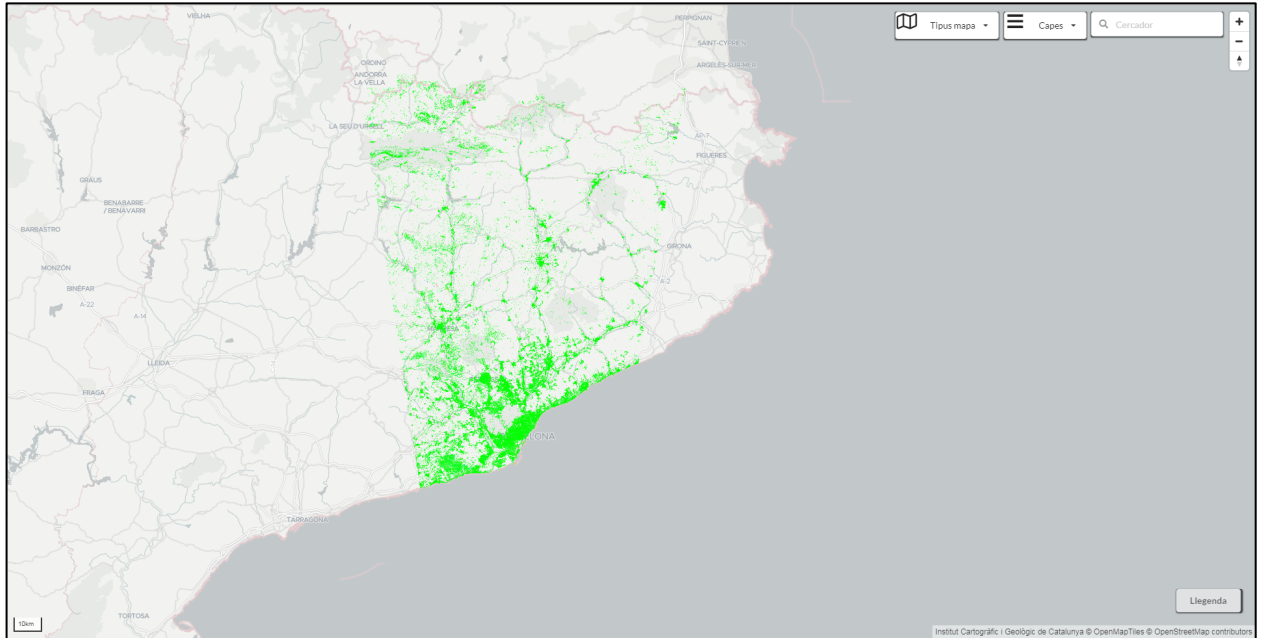
El mapa topogràfic (**figura 21**) és una bona eina per a que l'usuari es situï, ja que es pot guiar per les carreteres o noms dels pobles del voltant del punt on es trobi.



**Figura 21** Imatge del visor amb el mapa base topogràfic.

### Mapa base Clar

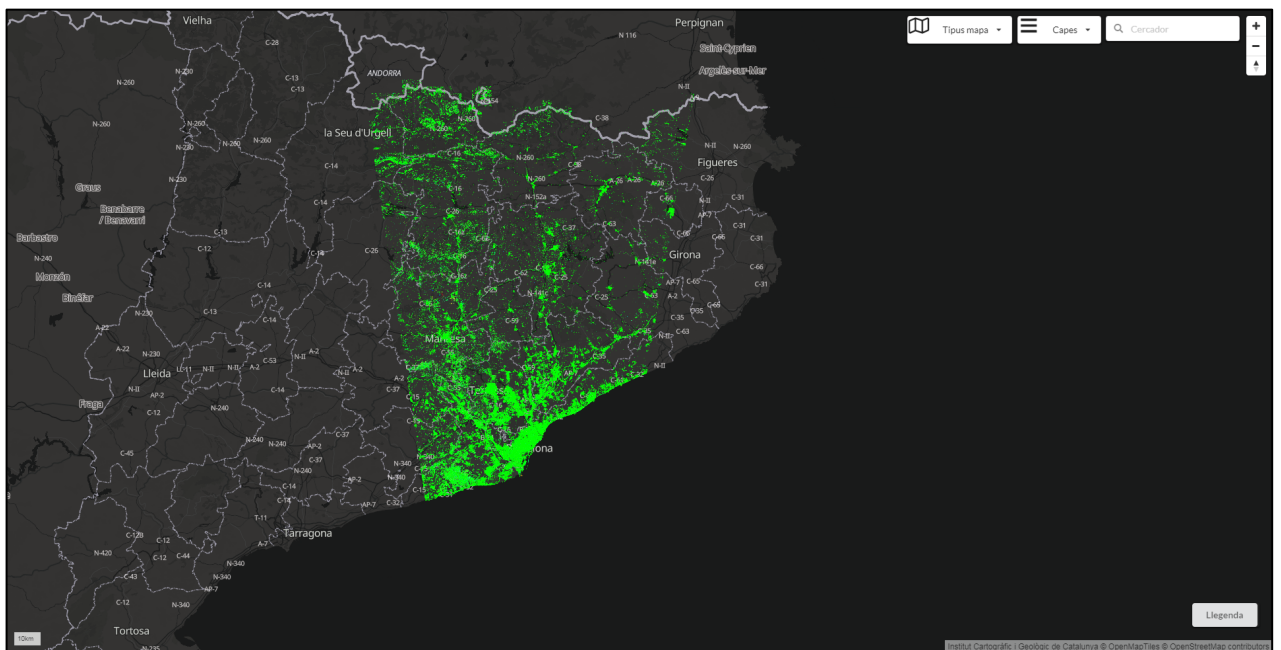
El mapa Clar (**figura 22**) és una bona eina per a crear un major contrast entre els punts i el mapa base.



**Figura 22** Imatge del visor amb el mapa base clar.

### Mapa base Fosc

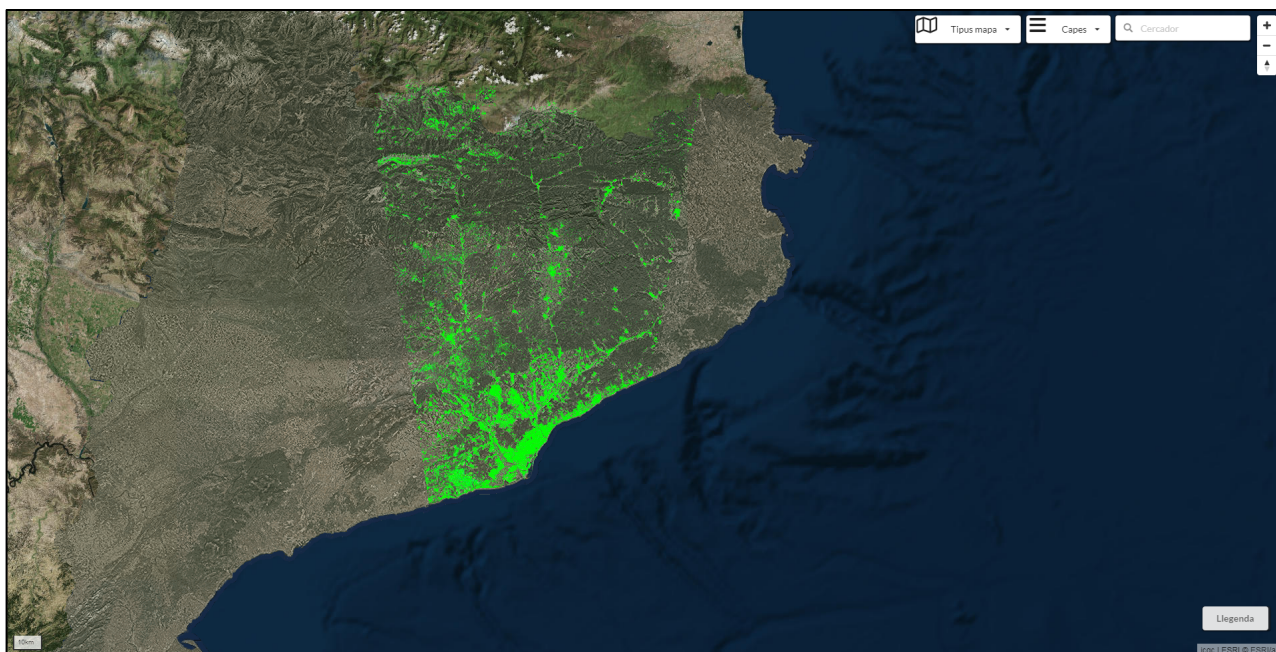
El mapa Fosc (**figura 23**) és una bona eina per a crear un major contrast entre els punts i el mapa base.



**Figura 23** Imatge del visor amb el mapa base fosc.

### Mapa base Satèl·lit

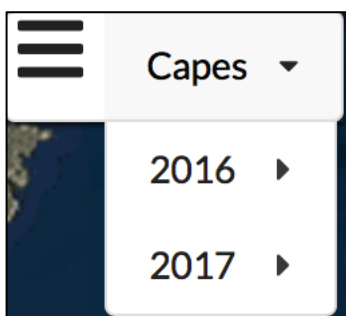
El mapa de Satèl·lit (**figura 24**) és una bona eina per poder observar els punts sobre el terreny, ja que és una ortofoto d'alta resolució que permet observar amb certa exactitud d'on s'han extret les dades (teulades, asfalt, camins, etc).



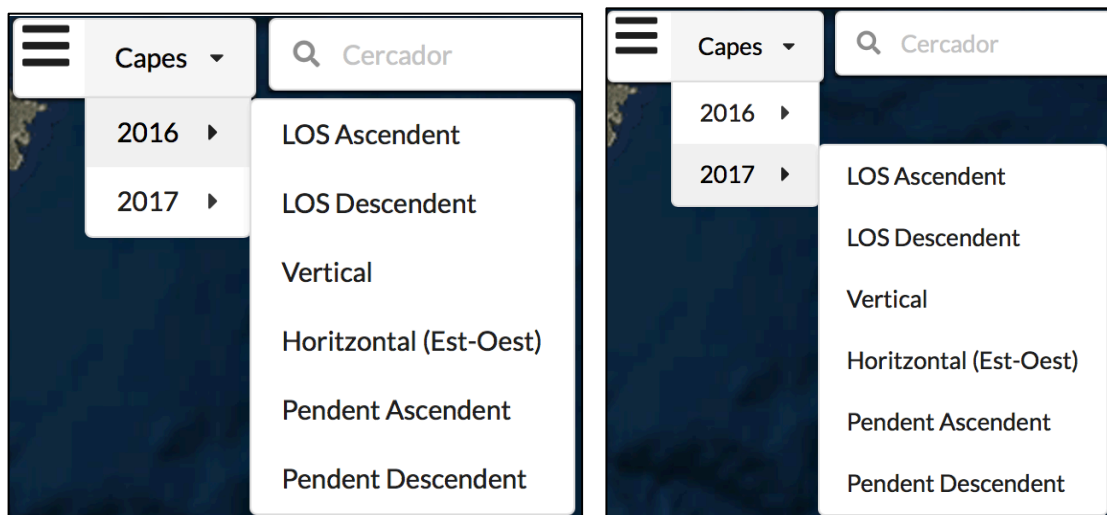
**Figura 24** Imatge del visor amb el mapa satèl·lit.

### 5.4 Desplegable de capes

El desplegable de capes (**figura 25**), com s'ha explicat anteriorment, està dividit per els anys dels quals es tenen capes amb dades significatives. Tot i no tenir totes les dades finals, s'han creat certes capes representatives amb dades originals per a la correcte visualització.



**Figura 25** Imatge del desplegable de les capes dividit per anys.



**Figura 26** Imatge del desplegable de les capes en cada any.

Per cada any de conjunt de capes hi ha 6 capes seleccionables: LOS Ascendent, LOS Descendent, Vertical, Horitzontal (Est-Oest), Pendent Ascendent, Pendent Descendent (**figura 26**).

### 5.5 Geolocalitzador

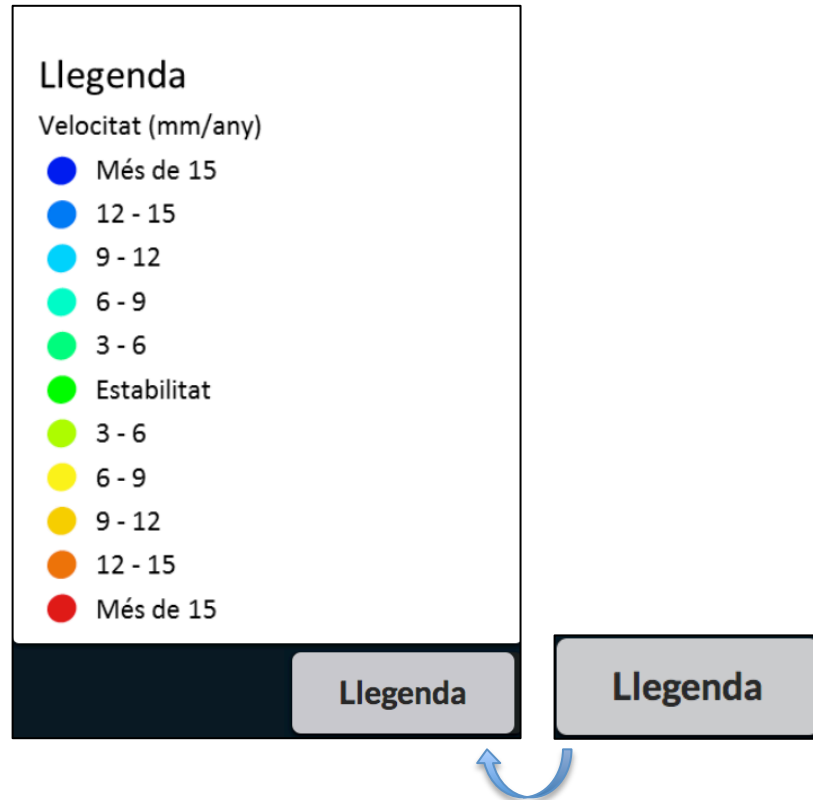
El Geolocalitzador (**figura 27**) és una eina molt útil per a que l'usuari es situï. Escrivint el topònim o localització a la qual vulgui desplaçar-se, el geolocalitzador oferirà uns resultats que coincideixin amb l'escrit i l'usuari només haurà de seleccionar-ne un per a traslladar-se al punt exacte.



**Figura 27** Imatges del geolocalitzador i les opcions que proposa coincidents amb l'escrit.

## 5.6 Botó de Llegendes

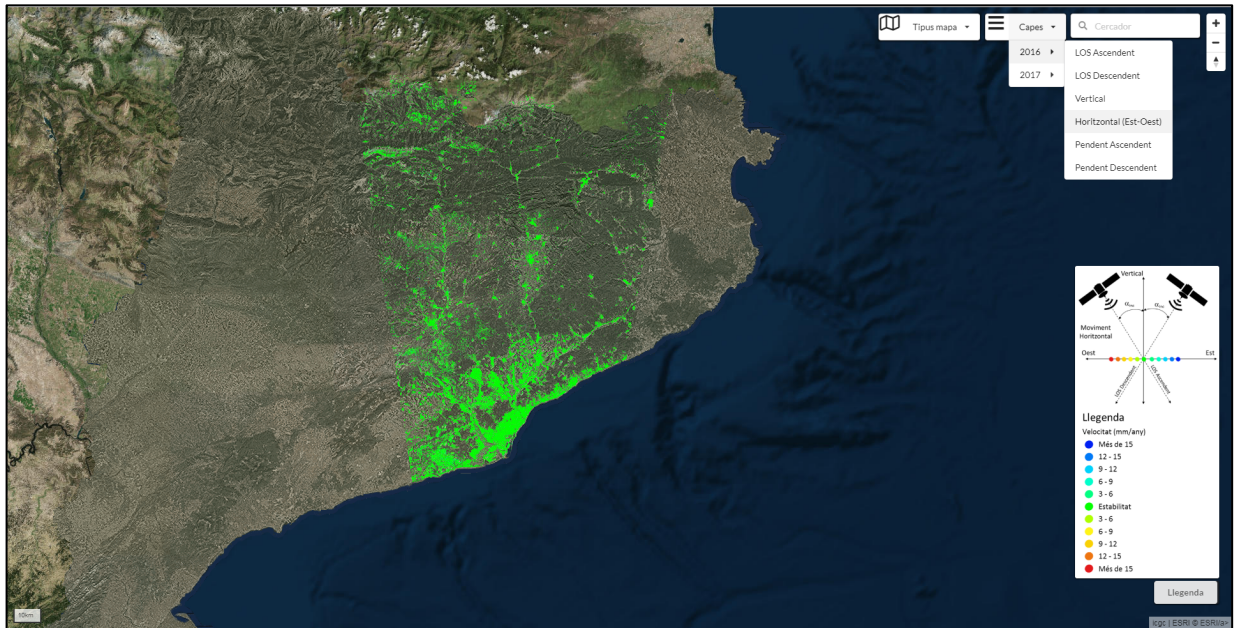
El botó de llegendes (**figura 28**) va ser demanat expressament per l'ICGC, ja que volien una llegendes que no estigués sempre present perquè sinó treia molta visibilitat en el mapa. Per aquest motiu, es va decidir crear aquest botó que al ser clicat apareix i desapareix la llegendes.



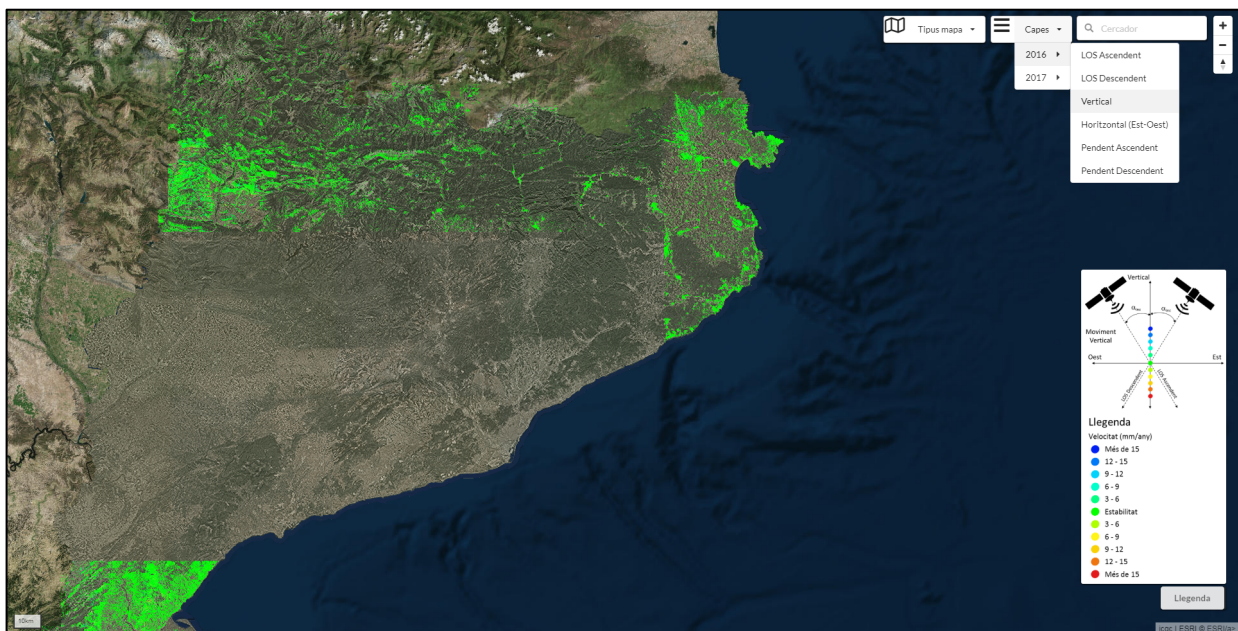
**Figura 28** Imatges del botó de llegendes abans i després de clicar.

Una altra característica que té la llegendes és que al canviar de capa, apareix un esquema de com s'han obtingut aquelles dades. Aquest esquema canvia a mesura que es canvia de capa, com es pot observar en la **figura 29** que pertany a la capa Horitzontal (Est-Oest) i a la **figura 30** que pertany a la capa Vertical.





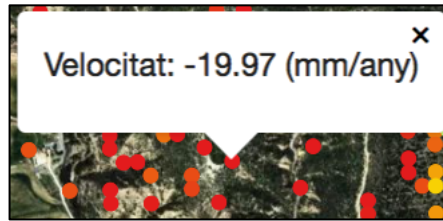
**Figura 29** Imatge on es pot observar la capa Horizontal (Est-Oest) amb la seva llegenda corresponent.



**Figura 30** Imatge on es pot observar la capa Vertical amb la seva llegenda corresponent.

### 5.7 PopUp

El popup és una eina per visualitzar la velocitat exacta de qualsevol punt de la capa que s'estigui observant en aquell moment. També és una mostra de que es podrien fer més coses en el futur i ampliar les utilitats del visor, com mostrar més informació o crear-ne de nova, per exemple gràfics, ja que aquesta dada que s'observa en la **figura 31** està extreta directament de les dades de la capa.

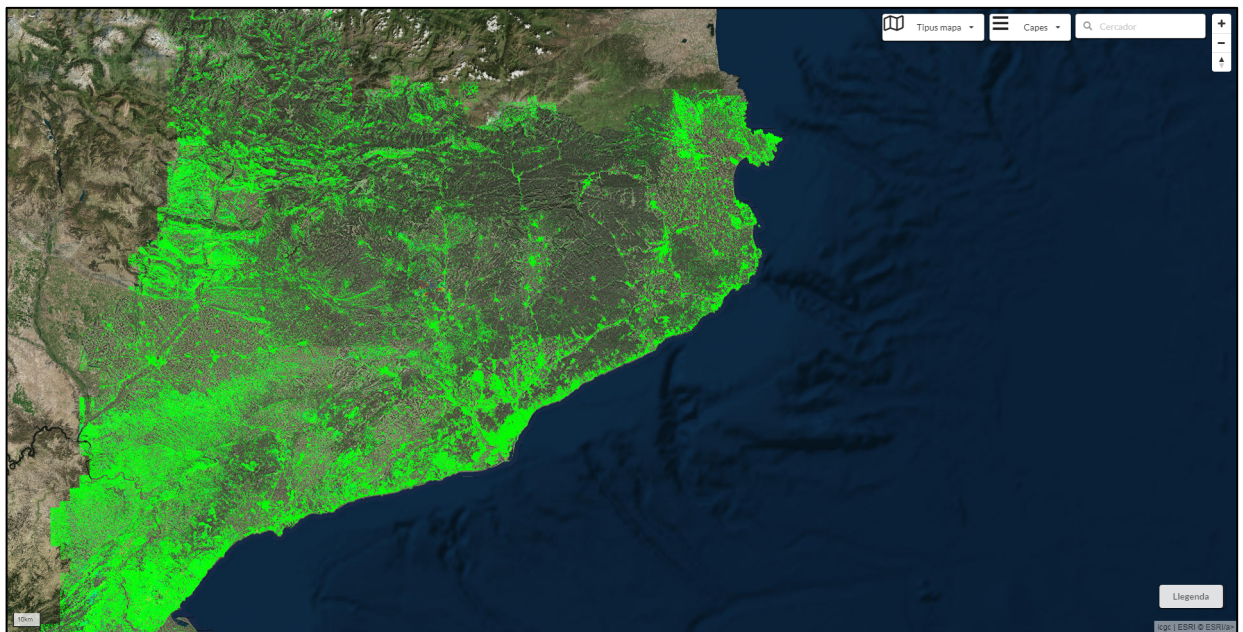


**Figura 31** imatge del popup que mostra la velocitat del punt en mm/any.

### 5.8 Penell del mapa

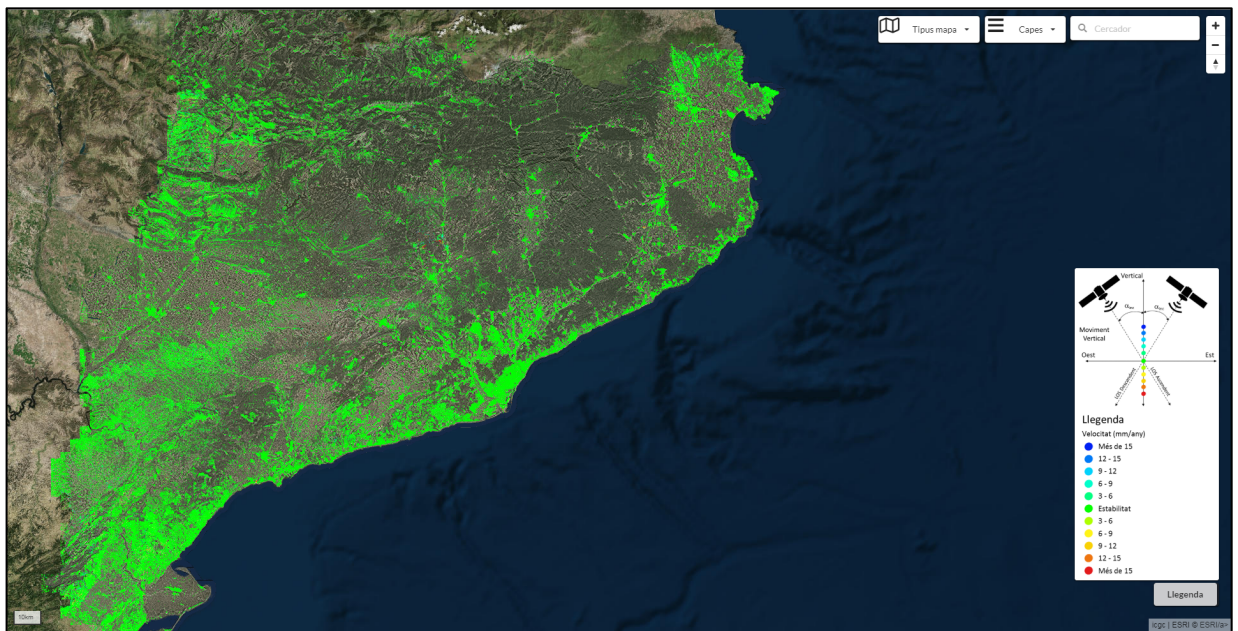
Per acabar, es mostren un seguit d'imatges que representen els passos que s'equiria qualsevol usuari.

- En la **figura 32** s'observa com es carrega la capa vertical del any 2016.
- En la **figura 33** s'observa com es desplega la Llegendes per observar tant la llegenda de colors com l'esquema concret de la capa.
- En la **figura 34** es fa una cerca en el geolocalitzador de Cambrils i es busca la informació de la velocitat en el popup.



**Figura 32** Imatges on es pot observar la capa Vertical carregada.





**Figura 33** Imatges on es pot observar la capa Vertical amb la seva llegenda corresponent.



**Figura 34** Imatges es pot observar la capa Vertical amb la seva llegenda corresponent amb una geolocalització de Cambrils i la consulta de la velocitat mitjançant el popup.



## 6. CONCLUSIONS

El propòsit principal del projecte ha estat crear un visor per a la visualització de dades d'interferometria, que permet extreure mesures del moviment del terreny, com a eina interna del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.

Realitzar les pràctiques del màster a l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, per a desenvolupar el meu projecte, ha estat un punt molt motivant per a mi ja que és una de les institucions més reconegudes. He tingut l'oportunitat de treballar amb un conjunt de professionals, dels quals he après molt, que m'han ajudat a assolir l'objectiu de la meva estada, crear el visor.

El desenvolupament i implementació del visor ha estat relativament senzill, degut a que no es podia crear un visor extremadament complex amb dos mesos de pràctiques. Tot i així, s'ha pogut arribar a l'objectiu que l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya va demanar de bon principi.

Per altra banda, el visor ha acabat sent una eina interna del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, que podran utilitzar d'ara en endavant de manera senzilla. Per a la seva evolució i replicació en el temps, només és necessari crear un MBTiles de qualsevol font de dades i fer les connexions d'aquest amb el visor per a implementar noves capes.

En primer moment es va demanar que les dades s'agafessin directament de la base de dades, però com s'ha explicat en l'apartat d'altres mètodes a la metodologia, es va intentar de diverses maneres i no es va arribar a la conclusió de que no era la millor opció. Per aquest motiu, es va decidir crear el visor a partir de MBTiles.

En el futur, per tal de treballar de manera més còmode i segura, és recomanable crear aquets MBTiles agafant directament la informació de la base de dades. D'aquesta manera les dades passaran per menys processos i es podrà assegurar que no pateixen canvis.

Una altra recomanació per a millorar la utilitat de l'eina creada, és situar el visor en una màquina suficientment potent per a que els usuaris no tinguin problemes de càrrega, ja que cada un dels MBTiles conté més de tres milions de punts.

Una de les vies a desenvolupar en el futur és el PopUp. A hores d'ara mostra la velocitat exacta de cada punt, però seria interessant que en un futur el visor pogués mostrar més informació o crear-ne de nova, per exemple gràfics. Una manera d'accedir a aquesta informació, seria mitjançant connexions a la base de dades o aprofitant el disseny de l'actual PopUp, que agafa la informació que conté el MBTiles.

## 7. AGRAÏMENTS

Aquest projecte ha estat possible gràcies a molta gent, sense la qual no hagués estat possible assolir els objectius proposats. És per això que aprofito aquest espai per agrair el suport de les diferents persones que m'han ajudat al llarg de tot el projecte.

En primer lloc a l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, per l'espai de treball que em van deixar juntament amb tot el conjunt de *software* i *hardware* necessaris. A tots els professionals de la casa, tals com Isaac Besora Viladraga i Rafael Roset que sempre han estat receptius a resoldre qualsevol dels meus dubtes.

També agrair a Wladimir Szczerban Llatas, tutor de les pràctiques per part del Màster en Geoinformació de la Universitat Autònoma de Barcelona. Gràcies pel suport i les hores dedicades a solucionar problemes que han anat sorgit al llarg del treball, moltes de les funcionalitats no haguessin estat possibles sense els seus coneixements.

A Jordi Marturia, tutor de les pràctiques per part de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Gràcies pel suport, la confiança i tots els afalacs sobre el meu treball.

Aprofito també per agrair a tots els professors del Màster en Geoinformació 1a edició, per tot el coneixement que ens han transmès durant aquest curs, pel suport i la voluntat d'ajudar i resoldre preguntes en tot moment. I també a tots els companys que m'han ajudat resolent preguntes o contrastant informació.

Finalment, agrair a la meva família per ajudar-me en tot allò que he necessitat. Als meus pares, per donar-me tot el suport per a realitzar aquest màster. Al meu germà, per ser la meva font d'inspiració i exemple a seguir. I a la Júlia, per ajudar-me en les correccions del treball i estar sempre al meu costat, donant-me suport i motivant-me.

A tots, moltes gràcies.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Interpretació de mesures de moviment de superfície amb tècniques PSI (Persistent Scatterer Interferometry). V1.1. PCOT, Marturia, J (2017). Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.
- Projecte fi de màster “Creación de una aplicación web basada en software libre para la visualización y consulta de información catastral del Ajuntament de Cerdanyola del Vallès”. Rodríguez, D. (2010). MTIG11. UAB.
- Apunts assignatura: “Programació web”. Bartrina. J (2018). Màster en Geoinformació. UAB.
- Apunts assignatura: “Programació de geoaplicacions web”. Ferrero. I (2018). Màster en Geoinformació. UAB.

## 9. WEBGRAFIA

- Informació MBTiles: <https://www.avantgeo.com/sig-cartografia-offline-apps-moviles/>
- Informació MBTiles: <https://www.mapbox.com/help/define-mbtiles/>
- Informació tilset, raster tileset, vector tileset: <https://www.mapbox.com/help/define-tileset/>
- Informació Mabox Studio Classic: <https://www.mapbox.com/help/define-mapbox-studio-classic/>
- Informació Semantic UI: <https://semantic-ui.com/introduction/getting-started.html>

# ANNEX

Codi html del visor

## Codi index.html

### Codi.1 Llibries de Mapbox, Semantic UI i JQuery

```
<script src="https://code.jquery.com/jquery-3.1.1.min.js" integrity="sha256-
hVVnYaiADRT02PzUGmuLJr8BLUSjGIZsDYGmIJLv2b8=" crossorigin="anonymous"></script>
<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/semantic-ui@2.3.1/dist/semantic.min.js"></script>
<script src='https://api.tiles.mapbox.com/mapbox-gl-js/v0.45.0/mapbox-gl.js'></script>
<link href='https://api.tiles.mapbox.com/mapbox-gl-js/v0.45.0/mapbox-gl.css' rel='stylesheet' />
<link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/semantic-
ui@2.3.1/dist/semantic.min.css">
```

### Codi.2 AccessToken de Mapbox

```
mapboxgl.accessToken =
'pk.eyJ1Ijoia2V2aW45MiIsImEiOiJJjamdkZTlnYTMzb20wMnF
vaGw5cnVjdWZ3In0.3tKqzReq4iTrNIVrLyCyYA';
var map = new mapboxgl.Map({
  container: 'map',
  style: capas,
  center: [2.6360, 41.7447],
  zoom: 7
});
```

### Codi.3 <div> que conté el mapa i el seu estil

```
<style>
  body { margin:0; padding:0; }
  #map { position:absolute; top:0; bottom:0;
width:100%; style:style; }

</style>
<body>
  <div id='map' ></div>
```

### Codi.4 Controls de zoom in i zoom out

```
map.addControl (new mapboxgl.NavigationControl());
var layerList =
document.getElementById('menu');
var inputs =
layerList.getElementsByTagName('input')
```

### Codi.5 Escala

```
var scale = new mapboxgl.ScaleControl({
    maxWidth: 80,
    unit: 'imperial'
});
map.addControl(scale);
scale.setUnit('metric');
```

### Codi.6 Part del codi del *dropdown* de capes

```
<div class="layers" id="legend">
  <div class="ui compact menu">
    <i class="big bars icon" ></i>
    <div class="ui simple dropdown item">
      Capes
      <i class="dropdown icon"></i>
      <div class="menu">
        <div class="item">2016
          <i class="dropdown icon"></i>
          <div class="right menu">
            <div class="item itemlayer" data-
layer="CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f" data-source="CAT_S1_LOS_A_TOT_2016f">LOS Ascendent</div>
            <div class="item itemlayer" data-
layer="CAT_S1_LOS_D037_2016f" data-source="CAT_S1_LOS_D037_2016f">LOS Descendent</div>
            <div class="item itemlayer" data-
layer="CAT_S1_UD_totf" data-source="CAT_S1_UD_totf">Vertical</div>
            <div class="item itemlayer" data-
layer="CAT_S1_EW_A132D110_2016f" data-source="CAT_S1_EW_A132D110_2016f" >Horitzontal (Est-
Oest)</div>
            <div class="item itemlayer" data-
layer="CAT_S1_PA_030_2016" data-source="CAT_S1_PA_030_2016">Pendent Ascendent</div>
            <div class="item itemlayer" data-
layer="CAT_S1_PD_110_2016" data-source="CAT_S1_PD_110_2016">Pendent Descendent</div>
          </div>
        </div>
      </div>
    </div>
```

Programació del canvi de capes mitjançant el canvi de *sources*.

```
$('.itemlayer').on('click', function(){
    switchCapa({layer: $(this).data("layer"), source: $(this).data("source")});
});

function switchCapa(options){
    for (var i = 0; i < capas.layers.length; i++)
    {
        var me = capas.layers[i];
        if(map.getLayer(me.id)){
            map.removeLayer(me.id);
        }
    }

    if (jQuery.isEmptyObject(options)){
        layerActivo = {};
    }else{
        var layer = options.layer;
        var source = options.source;

        console.log(layer);
        console.log(source);

        layerActivo = {
            layer: layer,
            source: source
        };

        if(!map.getSource(source)){
            map.addSource(source, capas.sources[source]);
        }

        for (var i = 0; i < capas.layers.length; i++)
        {
            var me = capas.layers[i];
            console.log(me);
            me.source = source;
            me["source-layer"] = layer;
            map.addLayer(me);
        }
    }
}
```

## Codi.7 Boto llegenda i funcionalitats

### Creació del boto

```
<div class="buttonlegend" id="legend" >
    <button class="ui button ">
        Llegenda
    </button>
</div>
```

### Programació del boto (al fer *click* que llisqui cap a l'esquerra)

```
$('.buttonlegend > button').click(function() {
    $('.map-overlay').click()
    .transition('slide left')
    ;
});
```

### Imatges de la llegenda i esquema de presa de dades

```
<div class="map-overlay" id="legenda" >
    <div>
        
    </div>
    <div id="img-llegenda">
        
    </div>
```

### Canviar l'esquema amb el nom del *source* de cada capa

```
$('#img-esquema').attr("src","images/"+
source+".png");
```



## Codi.8 Geolocalitzador

### Creació del espai de creació del geolocalitzador

```
<div class="geocoder" id="legend">
  <div class="ui left icon input">
    <input class="prompt" type="text"
placeholder="Cercador" autocomplete="off">
    <i class="search icon"></i>
  </div>
</div>
```

### Programació del geolocalitzador

```
$('.geocoder')
  .search({
    apiSettings: {
      url:
'http://betaserver2.icgc.cat/cercatop/?via_portal={query},99999&mun=XXX',
      onResponse: function(icgcResponse) {
        var response = {results : []};
        console.log(icgcResponse);
        $.each(icgcResponse.adreces, function(index, item) {
          response.results.push({
            title: item.Info.Nom,
            description: "(" + item.Info.Municipi + ")",
            x: item.X,
            y: item.Y
          });
        });
      });
    },
    return response;
  },
  minCharacters : 3,
  onSelect: function(result, response){
    console.log(result);
    console.log(response);
    map.jumpTo({
      center: new mapboxgl.LngLat(result.x, result.y),
      zoom: 16.50
    });
  }
})
```

## Codi.9 Tipus de mapa base

### Creació del *dropdown*

```
<div class="tipus_mapa" id="legend">
  <div class="ui compact menu">
    <i class="big map outline icon" ></i>
    <div class="ui simple dropdown item">
      Tipus mapa
      <i class="dropdown icon"></i>
      <div class="menu">
        <div class="item fons">
          <label class="fons" for='topo'>Topogràfic</label>
        </div>
        <div class="item fons">
          <label class="fons" for='clar'>Clar</label>
        </div>
        <div class="item fons">
          <label class="fons" for='fosc'>Fosc</label>
        </div>
        <div class="item fons">
          <label class="fons" for='orto'>Satèl·lit</label>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
</div>
```

### Url dels tipus de mapes

```
var bases = {
  topo: 'https://geoserveis.icgc.cat/backgroundmaps/icgc.json',
  orto: 'https://tilemaps.icgc.cat/tileserver/styles/orto.json',
  clar: 'https://geoserveis.icgc.cat/backgroundmaps/positron.json',
  fosc: 'https://geoserveis.icgc.cat/backgroundmaps/fulldark.json'
}
```

### Programació de canvi de mapes

```
$('#div.fons').on('click',function(){
  switchMapa($(this).find('label.fons').prop('for'));
});

function switchMapa(layerId) {
  console.log(layerId);
  map.setStyle(bases[layerId]);
}
```

## Codi.10 Programació PopUp

```
map.on('click', 'EXoutputE', function (e) {
    var coordinates = e.features[0].geometry.coordinates.slice();
    var description = e.features[0].properties.VEL;

    // Ensure that if the map is zoomed out such that multiple
    // copies of the feature are visible, the popup appears
    // over the copy being pointed to.
    while (Math.abs(e.lngLat.lng - coordinates[0]) > 180) {
        coordinates[0] += e.lngLat.lng > coordinates[0] ? 360 : -
360;
    }

    new mapboxgl.Popup()
        .setLngLat(coordinates)
        .setHTML("Velocitat: "+description+" (mm/any)")
        .addTo(map);
});

// Change the cursor to a pointer when the mouse is over the
places layer.
map.on('mouseenter', 'EXoutputE', function () {
    map.getCanvas().style.cursor = 'pointer';
});

// Change it back to a pointer when it leaves.
map.on('mouseleave', 'EXoutputE', function () {
    map.getCanvas().style.cursor = '';
});
```

### Codi.11 Variable capes (part dels sources dels diferents MBTiles)

```
var capas={
  "version": 8,
  "name": "Mapbox Satellite",
  "metadata": {
    "mapbox:autocomposite": true,
    "mapbox:type": "default"
  },
  "sources": {
    "CAT_S1_UD_totf": {
      "type": "vector",
      "url": "http://localhost:8080/data/CAT_S1_UD_totf.json"
    },
    "CAT_S1_EW_A132D110_2016f": {
      "type": "vector",
      "url":
"http://localhost:8080/data/CAT_S1_EW_A132D110_2016f.json"
    },
    "CAT_S1_LOS_D037_2016f": {
      "type": "vector",
      "url":
"http://localhost:8080/data/CAT_S1_LOS_D037_2016f.json"
    },
  },
}
```

## Codi.12 Variable capes estil dels punts (radi i colors)

```
"id": "EXoutputE",
  "type": "circle",
  "source": "ejemplo1",
  "source-layer": "puntspcotmerge",
  'paint': {
    // make circles larger as the user zooms from z12 to z22
    'circle-radius': {
      'base': 1.75,
      'stops': [[8, 0.5],[12, 2], [22, 180]]
    },
    'circle-color': {
      property: 'VEL',
      stops: [
        [-15, '#e31a1c'],
        [-12, '#ee7510'],
        [-9, '#f9d104'],
        [-6, '#b1ffa0'],
        [-3, '#04ff00'],
        [3, '#04ff00'],
        [6, '#00ffcb'],
        [9, '#00d2fc'],
        [12, '#0079f7'],
        [15, '#0020f3'],
      ]
    }
  }
}],]
```